

Aus dem UniversitätsCentrum für Orthopädie & Unfallchirurgie
geschäftsf. Direktor: Herr Prof. Dr. Klaus-Peter Günther

Prospektiv randomisierter Vergleich verschiedener Verfahren
zur postoperativen Schmerztherapie
nach Implantation von Knie totalendoprothesen

D i s s e r t a t i o n s s c h r i f t

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus

der Technischen Universität Dresden

von

Richard Gehring

aus Schlema

Dresden 2018

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der mündlichen Prüfung:

gez.: _____

Vorsitzender der Promotionskommission

Inhaltsverzeichnis

1	Abbildungsverzeichnis.....	III
2	Tabellenverzeichnis.....	IV
3	Abkürzungsverzeichnis.....	VI
4	Einleitung	1
4.1	Gonarthrose	1
4.2	Klinisches Management der Gonarthrose.....	4
4.2.1	Diagnostik und Therapie	4
4.2.2	Knieendoprothetik	5
4.2.3	Postoperative Schmerztherapie	8
4.3	Regionalanästhesie in der Knieendoprothetik.....	10
4.4	Lokalanästhesie in der Knieendoprothetik	13
4.5	Motivation zur Arbeit.....	14
5	Material und Methoden.....	16
5.1	Studiendesign	16
5.2	Fallzahlplanung	17
5.3	Patientenrekrutierung	17
5.4	Randomisierung	18
5.5	Operative Methodik	19
5.5.1	Knie-Totalendoprothese	19
5.5.2	Regionale Schmerzkatheter	20
5.5.3	Lokaler Schmerzkatheter	22
5.5.4	Anästhesie	24
5.6	Postoperatives Management.....	24
5.6.1	Postoperative Schmerztherapie	24
5.6.2	Dokumentation	26
5.7	Datenschutz und Datenerhebung.....	26
5.8	Statistische Datenauswertung	27
6	Ergebnisse	28

6.1	Aufteilung und Homogenität der Gruppen	28
6.2	Ergebnisse des Schmerztagebuchs	30
6.3	Funktionelle Ergebnisse der Mobilisation	35
6.4	Ergebnisse der postoperativen Schmerztherapie	38
6.4.1	Der Schmerzmittelverbrauch	38
6.4.2	Komplikationen.....	43
6.5	Weiterführende Betrachtungen.....	47
6.6	Score-Ergebnisse.....	51
7	Diskussion.....	53
7.1	Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse.....	53
7.2	Vergleich der vorliegenden mit externen Ergebnissen.....	53
7.3	Limitierungen der eigenen Arbeit.....	62
7.4	Schlussfolgerungen.....	64
7.5	Ausblick.....	66
8	Zusammenfassung.....	67
9	Summary.....	69
Anlage 1	71
Anlage 2	72
10	Literaturverzeichnis.....	73
11	Anhang	80
12	Danksagung	90

1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arthroседefinition	1
Abbildung 2: Einstichstelle des NFK in der Leiste	20
Abbildung 3: Blick auf den applizierten NFK	20
Abbildung 4: Einstichstelle des PIK am Gesäß	21
Abbildung 5: Blick auf den applizierten PIK	21
Abbildung 6: Erfolgreich applizierter PIK	21
Abbildung 7: Infiltration der periartikulären Weichteile	22
Abbildung 8: FuserPump System der Fa. Pajunk	22
Abbildung 9: Einstechen der Katheternadel	22
Abbildung 10: Position der Katheterschleuse	23
Abbildung 11: Einführen des Schmerzkatheters	23
Abbildung 12: Ansicht des Katheters bei verschlossener Wunde	23
Abbildung 13: Wundverband und Lokaler Schmerz-katheter	24
Abbildung 14: Mittelwerte der NRS-Skala in Ruhe vom OP-Tag bis zum POD7A	31
Abbildung 15: Mittelwerte der NRS-Skala in Bewegung vom POD1M bis zum POD6A	33
Abbildung 16: Darstellung der Flexionsfähigkeit im zeitlichen Verlauf	35
Abbildung 17: Mittelwerte des Oxycodonverbrauchs im zeitlichen Verlauf	39
Abbildung 18: Gesamtverbrauch an Piritramid via PCIA	40
Abbildung 19: Mittelwerte des Piritramidverbrauchs via PCIA im zeitlichen Verlauf	40
Abbildung 20: Mittelwerte der Morphinäquivalente im zeitlichen Verlauf	42
Abbildung 21: Vergleich des Gesamtverbrauchs an Morphinäquivalenten	42
Abbildung 22: Anteilige Darstellung der verschiedenen Anästhesiearten	47
Abbildung 23: Anteilige Darstellung der Indikationen für Knie-TEP	48
Abbildung 24: Darstellung der postop. VWD in Tagen	49
Abbildung 25: zeitliche Gegenüberstellung der verschiedenen OP-Prozeduren	50

2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ätiologie und Risikofaktoren der Gonarthrose (Auswahl)	2
Tabelle 2: Röntgenologischer Schweregrad der Arthrose nach Kellgren und Lawrence	4
Tabelle 3: Arten der Knie-TEP	6
Tabelle 4: Umrechnungstabelle in Morphinäquivalente.....	25
Tabelle 5: Flow-Chart der Randomisierung und Studienanalyse der Patienten	28
Tabelle 6: Gruppenvergleichbarkeit der Patienteneigenschaften	29
Tabelle 7: Mittelwerte der NRS- Schmerzempfindung in Ruhe	30
Tabelle 8: Test auf feste Effekte Typ III im Rahmen des Linear gemischten Modells.....	30
Tabelle 9: Mittelwerte der Schmerzempfindung in Bewegung, die von den Patienten	32
Tabelle 10: Ergebnisse der multiplen logistischen Regression zu Confounder-Effekten	34
Tabelle 11: Mittelwerte der Schmerzempfindung im 3 Monate Follow Up	34
Tabelle 12: Übersicht über die erreichten Flexionsgrade der Patienten	35
Tabelle 13: Mann-Whitney-U-Test (Rangsummentest)	36
Tabelle 14: Vergleich der Mobilisationsstufen am POD2	36
Tabelle 15: Vergleich der Mobilisationsstufen am POD6	37
Tabelle 16: Oxycodonverbrauch und zugehörige Signifikanzen im zeitlichen Verlauf	38
Tabelle 17: Piritramidverbrauch via PCIA-Pumpe und zugehörige Signifikanzen.....	39
Tabelle 18: Mittelwerte der Morphinäquivalente und zugehörige Signifikanzen	41
Tabelle 19: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens eines insuffizienten Schmerzkatheters	43
Tabelle 20: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens von sensiblen Defiziten	44
Tabelle 21: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens von motorischen Defiziten.....	44
Tabelle 22: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens einer tiefen Beinvenenthrombose	45
Tabelle 23: Übersicht über die Art der Anästhesie in den verschiedenen Gruppen.....	47
Tabelle 24: Übersicht über die Indikationen zu Knie-TEP	48
Tabelle 25: Mittelwerte der Dauer der postoperativen VWD	49

Tabelle 26: Zeitlicher Vergleich der Mittelwerte [min] der verschiedenen Prozedere im OP.	50
Tabelle 27: Ergebnisse des Oxford Knee Score und seiner Subscores	51
Tabelle 28: Ergebnisse des EQ-5D-3L Score	52
Tabelle 29: Ergebnisse des UCLA-Aktivitätsscore.....	52
Tabelle 30: Darstellung der Methodik der Studien zum Vergleich Regionalanästhesie vs. Lokalanästhesie nach Knie-TEP	58
Tabelle 31: vereinfachte Darstellung der Ergebnisse der Studien zum Vergleich Regionalanästhesie vs. Lokalanästhesie nach Knie-TEP	59

3 Abkürzungsverzeichnis

a.-p.	-	anterior posterior (in Bezug auf den Strahlengang der Röntgendiagnostik)
AWR	-	Aufwachraum
BMI	-	Body-Mass-Index
CCK	-	Constrained-Condylar-Knieprothese
CCT	-	kraniale Computertomografie
CoCrMo	-	Kobalt – Chrom – Molybdän – Legierung
cNFK	-	kontinuierlicher Nervus-Femoralis-Katheter
DGOOC	-	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie
DIVS	-	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Schmerztherapie
EQ-5D-3L	-	European Quality of Life 5 Dimensions 3 Level Version
et al.	-	et alii
Fa.	-	Firma
G	-	Gauge
HAP	-	Hospital Acquired Pneumonia
Hrsg.	-	Herausgeber
IAK	-	intraartikuläres Kathetersystem
ITN	-	Intubation
i. v.	-	intravenös
LA	-	Lokalanästhetikum
LIA	-	lokale Infiltrationsanalgesie
Lig.	-	Ligamentum
M.	-	Musculus
N.	-	Nervus
NFK	-	Nervus-Femoralis-Katheter
NOB	-	Nervus-Obturatorius-Block
NRS	-	Numerische Ratingskala
NSAR	-	Nicht-Steroidale-Anti-Rheumatika
OA	-	Osteoarthrose
OKS	-	Oxford Knee Score
OP	-	Operation
PACU	-	Post Anaesthesia Care Unit

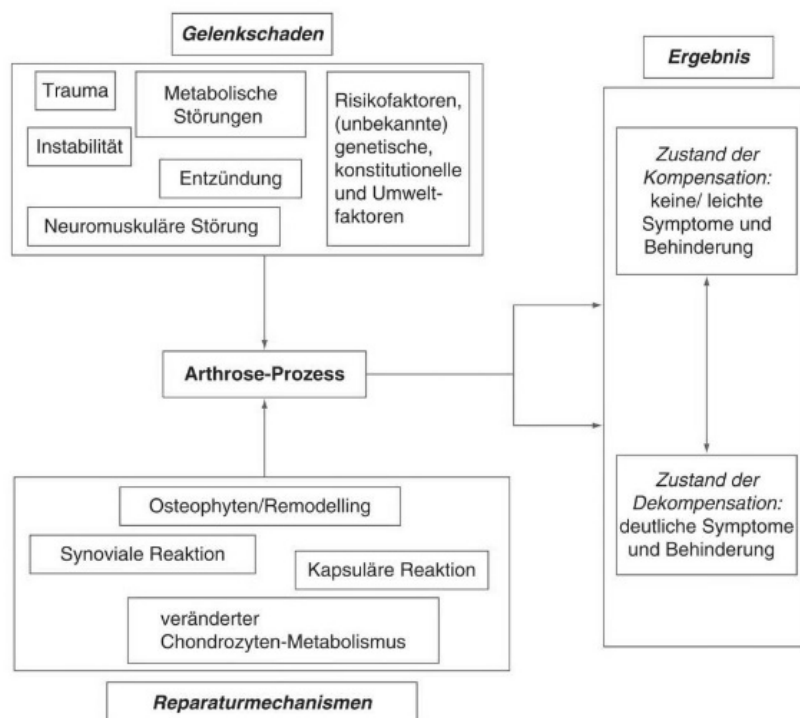
PCEA	-	Patient controlled epidural Analgesia = Patientenkontrollierte epidurale Analgetikapumpe
PCIA	-	Patient controlled intravenous Analgesia = Patientenkontrollierte intravenöse Analgetikapumpe
PIK	-	peripherer Ischiadikus-Katheter
p.o.	-	per os
PoST	-	postoperatives orales Schmerztherapieschema
POD	-	postoperativer Tag (1-7)
PODM	-	Morgen des postoperativen Tages ca. 08:00
PODA	-	Abend des postoperativen Tages ca. 19:00
PONV	-	postoperative Nausea and Vomiting
Rr.	-	Rami
s	-	Standardabweichung
sNFK	-	single-shot Nervus-Femoralis-Katheter
Spa	-	Spinalanästhesie
SYSADOA	-	Symptomatic slow acting drugs in OA
TEP	-	Totalendoprothese
tgl.	-	täglich
UAW	-	unerwünschte Arzneimittelwirkung
UE	-	Untere Extremität
UCLA-Score	-	University of California Los Angeles-Score
VAS	-	Visuelle Analogskala
VWD	-	Verweildauer
WHO	-	World Health Organisation
ZNS	-	zentrales Nervensystem

4 Einleitung

4.1 Gonarthrose

Die Arthrosis deformans OA (Osteoarthrose) ist eine degenerative, primär nicht entzündliche Erkrankung, die sich allgemein durch Abnutzung und Verschleiß der Gelenkflächen auszeichnet. Während man früher davon ausging, dass die Arthrose durch altersbedingten Verlust des Gelenkknorpels entsteht, definieren neuere Ansätze die Arthrose vielmehr als ein gestörtes Gleichgewicht des Knorpelstoffwechsels mit Destruktions- und Reparationsvorgängen, die das ganze Gelenk betreffen (Vgl. Wirtz, 2011 nach Brandt et al. 1998), (Abbildung 1). Diese Prozesse entscheiden letztlich darüber, ob die Arthrose zwar morphologisch nachweisbar ist, jedoch kompensiert bleibt, oder aber symptomatisch wird (Lützner et al., 2006).

Im Zentrum steht die Knorpeldegeneration, die durch Rissbildung, Substanzverlust und letztlich den Abrieb des hyalinen Gelenkknorpels gekennzeichnet ist. Die angrenzenden Knochenareale versuchen der gestiegenen Belastung mit einer subchondralen Verdichtung und Sklerosierung entgegenzuwirken, um die Gelenkfläche zu verbreitern. Es kommt zur Bildung von Knochenauswüchsen, den Osteophyten, und später zur Entstehung von Geröllzysten (Vgl. Klußmann et al., 2010; Pap und Meinecke, 2011). Dadurch kann die Gelenkfunktion zunächst wieder hergestellt werden, das Gelenk hält aber Belastungen



weniger stand (Seidlitz und Kip, 2017). Im Rahmen der Gelenkdegeneration werden alle Strukturen des Gelenks (Kapsel, Synovialmembran, Bänder, Menisken, Bursen, Muskeln) geschädigt und es findet sich häufig eine begleitende Synovialitis und Kapselfibrose (Lützner et al., 2006).

Abbildung 1: Arthrosedefinition
nach Brandt et al. 1998 in Wirtz, [Hrsg] (2011)

Letztendlich führen jedoch alle beschriebenen Vorgänge zur Deformierung der Gelenkfläche und in der Folge ist ein flüssiger und schmerzfreier Gelenkmechanismus nicht mehr gegeben.

Die betroffenen Patienten klagen typischerweise über die Leitsymptome Anlauf- und Belastungsschmerzen, Instabilitätsgefühl sowie eine eingeschränkte Beweglichkeit, die die schmerzfreie Gehstrecke verkürzt (Merle et al., 2009). Die Arthrose tritt insbesondere an den großen, mechanisch stark belasteten Gelenken und an den Fingergelenken auf. Das Kniegelenk ist das von der Arthrose am häufigsten betroffene Gelenk.

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es weist zwei Freiheitsgrade auf: a) Bewegungen der Flexion und Extension und b) die axiale Längsrotation in Beugeposition. Das Kniegelenk ist ein Drehgleitgelenk (Prescher, 2011). Das bedeutet, dass die Femurkondylen, während sie gebeugt werden, auf dem Tibiaplateau leicht nach dorsal gleiten (sog. Rollback), (Freeman und Pinskerova, 2005).

Unter dem Begriff Gonarthrose (ICD-10 M17.-) sind alle degenerativen Erkrankungen erfasst, die das Kniegelenk entweder femoro-tibial oder femoro-patellar betreffen (Klußmann et al., 2010). Letztlich können noch keine eindeutigen Aussagen über die Ätiologie der Gonarthrose getroffen werden (Grifka, 1994).

Allerdings können verschiedene Einflussfaktoren für die Ausbildung der Gonarthrose benannt werden. Ätiologisch wird eine primäre, d.h. idiopathische, altersbedingte Form, von verschiedenen sekundären Formen unterschieden. Bei der sekundären Form liegen kongenitale wie erworbene Ursachen zugrunde, die in Tabelle 1 aufgezählt sind.

Tabelle 1: Ätiologie und Risikofaktoren der Gonarthrose (Auswahl)
nach Günther et al. 2013a in Wirth et al. 2009 S. 352

Klassifikation	Risikofaktoren	Beschreibung
<i>Primär (idiopathisch)</i>		lokalisiert (Knie) oder generalisiert (Polyarthrose)
<i>Sekundär</i>	Gelenkschäden (angeboren oder erworben)	bspw. Kniefehlstellungen
	Endokrine Erkrankungen	bspw. Diabetes mellitus
	Metabolische Störungen	bspw. Hämochromatose, Hypercholesterinämie
	Posttraumatisch	bspw. Kreuzbandverletzung am Knie
	Sonstige Ursachen	bspw. septische Erkrankung, entzündlich-rheumatische Erkrankung und weitere

Zudem lassen sich für die sekundäre Gonarthrose eine Reihe von Risikofaktoren identifizieren. Allgemeine Risikofaktoren wie Alter, weibliches Geschlecht, Übergewicht und Osteoporose zählen ebenso dazu, wie eine übermäßige oder einseitige Belastung der Gelenke und Verletzungsfolgen (Günther et al., 2013a).

Am häufigsten tritt die Varusgonarthrose auf, d.h. die degenerativen Veränderungen betreffen vorwiegend die mediale Femurkondyle und das mediale Tibiaplateau (Klußmann et al., 2010).

Die Gonarthrose ist eine Volkskrankheit. Im Jahr 2013 waren allein in den Vereinigten Staaten 11 Mio. Menschen mit einer symptomatischen Gonarthrose diagnostiziert (Weinstein et al., 2013). Es wurde prognostiziert, dass die Hälfte dieser Patienten im Verlauf ihres Lebens eine Knie-TEP erhalten wird.

Diese Zahlen sind nur eingeschränkt auf Deutschland übertragbar, aber auch hierzulande ist die endoprothetische Versorgung der Gonarthrose ein starker sozioökonomischer Faktor (Günther et al., 2013b). Die Lebenszeitprävalenz der OA lag laut einer Studie des Robert-Koch-Institutes (RKI) 2012 in Deutschland bei 20,2%, wobei in über der Hälfte der Fälle eine Gonarthrose auftrat (Fuchs et al., 2013).

Laut Statistischem Bundesamt waren im Jahre 2015 188.222 Patienten mit Hauptdiagnose Gonarthrose stationär in Behandlung. Davon wurden 173.304 Patienten mit einer Endoprothese am Knie versorgt. 2010 waren es laut dem aQua - Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH (2012) noch 143.203 Primär-TEPs gewesen. Damit zählt die Gonarthrose und die damit assoziierte Operation (OP) der Knie-TEP jeweils zu den Top 20 der häufigsten Hauptdiagnosen bzw. durchgeführten Operationen in deutschen Krankenhäusern. Im Jahr 2016 stellte die Gonarthrose die häufigste Hauptdiagnose in Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen dar (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2016).

Dementsprechend hoch ist die volkswirtschaftliche Bedeutung der Behandlung der Gonarthrose für die Gesundheit der Gesellschaft und des Individuums. Die direkten Kosten für die Diagnose OA beliefen sich 2008 in Deutschland auf 7,6 Mrd. € (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2012).

4.2 Klinisches Management der Gonarthrose

4.2.1 Diagnostik und Therapie

Die Diagnostik der Gonarthrose wird anhand der klinischen Untersuchung und radiologischer Veränderungen des Kniegelenks gestellt. Die klinische Untersuchung beinhaltet die Beurteilung von Gangbild, Beinachse, Bewegungsausmaß, Stabilität und die Untersuchung der angrenzenden Gelenke sowie die Schmerzanamnese des Patienten (Merle et al., 2009). Die Basisdiagnostik umfasst zudem eine Röntgenaufnahme a.-p. unter Belastung sowie eine seitliche Aufnahme im Liegen. Anhand der von Kellgren und Lawrence 1963 beschriebenen radiologischen Veränderungen lässt sich die Gonarthrose in der Röntgendiagnostik in Schweregrade einteilen (Tabelle 2). Der radiologische Nachweis korreliert nicht zwingend mit der klinischen Symptomatik.

Tabelle 2: Röntgenologischer Schweregrad der Arthrose nach Kellgren und Lawrence (1963)

Grad	Röntgenologische Zeichen
0	Keine Arthrosezeichen
I	Geringe subchondrale Sklerosierung
II	Geringe Gelenkspaltverschmälerung, beginnende Osteophytenbildung
III	Mäßige Gelenkspaltverschmälerung, Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche
IV	Starke Gelenkspaltverschmälerung bzw. aufgehobener Gelenkspalt

Als therapeutische Optionen stehen konservative sowie chirurgische Maßnahmen zur Verfügung. Die gewählte Therapie sollte dabei durch eine gemeinsame Entscheidung durch Arzt und Patient individuell getroffen werden (S2k-Leitlinie Gonarthrose der DGOOC (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie), 2018). Meist wird bei Beschwerden und Leidensdruck durch Gonarthrose versucht, diese primär durch konservative Maßnahmen zu beseitigen. Nichtpharmakologische Anwendungen stehen am Beginn der Behandlung. Hierzu gehören gelenkschonende Therapien, wie physiotherapeutische Maßnahmen oder die orthopädietechnische Versorgung mit Orthesen, Bandagen oder Keilsohlen. Zudem können dem Patienten physikalische Maßnahmen aus Übungen zur Muskelkräftigung und Gewichtsreduktion, Massagen sowie Kryotherapie angeboten werden (Stukenborg-Colsman, 2009). Tritt keine Linderung der Symptome ein, werden schmerz- und entzündungshemmende Medikamente, wie NSAR oder Paracetamol, angewandt. Im weiteren Verlauf kann versucht werden, durch sog. SYSADOA wie Glukosaminsulfat oder Chondroitinsulfat, eine Besserung der Symptome für den Patienten zu erreichen, auch wenn der Wirkmechanismus dieser Medikamente noch nicht vollständig geklärt ist (Stukenborg-Colsman, 2009). Schließlich bleibt die intraartikuläre Injektion von

Hyaluronsäure, die jedoch sehr schmerzhaften Fällen mit aktivierter Gonarthrose vorbehalten bleiben sollte. Im Ganzen betrachtet können konservative Therapien ein Fortschreiten der Gonarthrose lediglich verzögern, jedoch nicht verhindern. In der Langzeittherapie ergibt sich zudem ein oft erheblicher Kostenaufwand (Crawford et al., 2013).

Chirurgische Verfahren sind nach Ausschöpfung der konservativen Maßnahmen indiziert. Zu den operativen Techniken zählen Verfahren, die eine Chondrogenese im arthrotischen Gelenk bewirken sollen, wie die Abrasionsplastik (Johnson, 1986) oder subchondrale Bohrungen (Pridie, 1959). Des Weiteren kann bei unikompartimentellen Kniegelenksarthrosen eine Entlastung mittels Korrekturosteotomie angewandt werden. Neben der im Folgenden erläuterten operativen Versorgung durch eine Knieprothese steht schließlich als ultima ratio die Arthrodesen (Vgl. Stukenborg-Colsman, 2009).

4.2.2 Knieendoprothetik

Die Knieendoprothese (Knie-TEP) ist der therapeutische Goldstandard der fortgeschrittenen Gonarthrose. Das Verfahren ist eine der erfolgreichsten und nutzbringendsten orthopädischen Operationen. Es wurden hervorragende Langzeitergebnisse gefunden, mit revisionsfreien Standzeiten von über 90% nach 15 Jahren (Merle et al., 2009).

Die interessante historische Entwicklung der Knieendoprothese wird nachfolgend in groben Zügen geschildert. Die erste Scharnierprothese aus Elfenbein wurde 1890 durch den Berliner Chirurgen Themistocles Gluck eingebaut, welcher damit die Knieendoprothetik begründete (Gluck, 1890). Bereits vorher, um 1860, hatte Verneuil versucht, schmerzende Gelenke nach Resektion der Gelenkflächen durch Interposition von Nylon oder Faszien zu reparieren (Verneuil, 1860). In der Anfangszeit folgte die Entwicklung der Knieendoprothese den erfolgreichen Ansätzen der Hüftendoprothetik. Aufgrund der Vorarbeit von MacIntosh 1954, der die Idee des Oberflächenersatzes der Gelenkflächen verfolgte (MacIntosh, 1958), und Charnley 1961, der die Implantatfixierung und die Verwendung eines Polyethylen-Inlays weiterentwickelte (Charnley, 2005), gelang es 1969 schließlich Gunston, die erste eigentliche Oberflächenprothese am Knie einzusetzen (Gunston, 1971). Ab diesem Zeitpunkt unterlagen die Prothesensysteme einer beständigen Entwicklung hinsichtlich Aufbau, Material und Implantationstechnik, so dass erstmals in den 80er Jahren durch die von Insall und Burstein entwickelte Prothese 10-Jahresstandzeiten von über 90% erreicht wurden (Insall et al., 1982). Auch heute noch werden die gängigen Prothesen ständig verbessert und bspw. computergesteuerte Implantationshilfen getestet.

Einleitung

Die Indikation zur Knie-TEP durch die Erfüllung folgender Hauptkriterien gegeben: Knieschmerz über 3-6 Monate, Nachweis eines Strukturschadens im Röntgen (Arthrose, Osteonekrose), dokumentiertes Versagen konservativer Therapiemaßnahmen, auf die Kniegelenkerkrankung bezogene Einschränkung der Lebensqualität und subjektiver Leidensdruck (S2k-Leitlinie der DGOOC (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V.)), 2018).

Die Knie-TEP wird durchgeführt, um drei Operationsziele zu erreichen: 1) die Reduktion von Schmerzen, 2) die Korrektur der Gelenkfehlstellung, 3) die Wiederherstellung der Beweglichkeit aus dem Knie heraus (Nakai et al., 2013). Dabei sollen möglichst lange Standzeiten erreicht werden.

Im Wesentlichen besteht das Prinzip der Knie-TEP darin, die arthrotischen Gelenkoberflächen durch spezielle Metalllegierungen (CoCrMo) und einer Gleitfläche aus Polyethylen zu ersetzen. Zur Verfügung stehen folgende in Tabelle 3 aufgeführten Arten der Knie-TEP (Vgl. Flören und Reichel, 2011).

Tabelle 3: Arten der Knie-TEP

Prothesendesgin	Bemerkung
1. Teilgelenkersatz	enge Indikationsstellung, bei unikompartimenteller Arthrose
2. Bikondyläre Knie total- endoprothesen	am häufigsten angewandte Prothesenform, der Oberflächenersatz kann erfolgen:
3. Teilgekoppelte Knie total- endoprothesen	Semi-Constrained-Condylar-Knieprothese
4. Gekoppelte Knieprothesen a) „fixed hinge“ b) „rotating hinge“	bei Patienten mit hohen Bandinstabilitäten oder insuffizientem Streckapparat sowie bei Wechsel- Operationen angewandt

Der Einbau erfolgt in ca. 90% der Fälle vollzementiert. Außerdem können Knieprothesen hybrid zementiert (7,8%) oder zementfrei (1,4%) eingebaut werden (Grimberg et al., in EPRD Endoprothesenregister Deutschland, Jahresbericht 2016).

Eine trikompartimentelle Endoprothese mit Ersatz der femoropatellaren Gelenkfläche ist möglich. Kontraindikationen für den Einbau einer Knie-TEP sind aktive Infektionen im

Einleitung

Kniegelenk sowie Begleiterkrankungen (v.a. kardiovaskuläre Ereignisse) oder ein BMI ≥ 40 (Lützner et al., 2016).

Die komplizierte Bewegung des Rollback konnte in ihrer Komplexität bis zum heutigen Tag noch durch keine Knieendoprothese vollständig nachgebildet werden (Mittelmeier et al., 2011).

In der vorliegenden Untersuchung wurden ausschließlich bikondyläre ungekoppelte Knieprothesen vollzementiert eingebaut.

4.2.3 Postoperative Schmerztherapie

Durch die bei dem operativen Eingriff entstehenden Gewebeschädigungen werden sensible Nervenendigungen gereizt. So konnten Menkes et al., (1993) nachweisen, dass das Neuropeptid Substanz P bei Patienten mit OA ausgeschüttet wird und sensible Nervenendigungen der Gelenkkapsel stimuliert. Dieses und andere Neuropeptide, geben Signale über A δ -Mechanorezeptoren und C-Schmerzrezeptoren aus Haut, Bändern, Knochen und Synovia ab, die in den somatosensorischen Kortex geleitet werden (Vgl. Haviv et al., 2013).

Die unverminderte Weiterleitung und Wahrnehmung von Schmerzen behindern durch Funktionseinschränkungen und Immobilisation im betroffenen Knie die Rekonvaleszenz. Die Prozesse der peripheren und zentralen Schmerzsensibilisierung können zur Chronifizierung des Schmerzes führen (Zimmermann et al., 2004; American Society of Anesthesiologists, 2012). Zudem erhöhen Schmerzen den Sympathikotonus und führen zu einer starken endokrinologischen Antwort, die physiologischen Stress auslöst. Es kommt zu Immunsuppression mit Wundheilungsstörungen und erhöhtem Risiko für Infektionen (Vgl. Angster and Hainsch-Müller, 2005). Hyperkoagulabilität kann zu thromboembolischen Ereignissen führen. Ein erhöhter Sauerstoffverbrauch hat Kardiomyopathien und pulmonale Komplikationen zur Folge (Vgl. Angster und Hainsch-Müller, 2005; Korean Knee Society, 2012).

Schmerz sollte daher nicht nur als ein unangenehmes perioperatives Begleitelement betrachtet werden, sondern als ein die Morbidität und Letalität maßgeblich beeinflussender Faktor (Angster und Hainsch-Müller, 2005).

Der Einbau einer Knie-TEP ist erwiesenermaßen sehr schmerzhaft für die Patienten (Grosu et al., 2014). Etwa die Hälfte aller Patienten leiden in der unmittelbaren postoperativen Phase an starken Schmerzen (Korean Knee Society, 2012). Im Besonderen stellen die ersten 24 h nach OP eine Phase dar, in der intolerable Schmerzen regelmäßig persistieren (Simanski, 2008).

Die Kontrolle des postoperativen Schmerzes ist daher eine Schlüsselstelle in der Therapie (Xu et al., 2014), die oftmals Auswirkungen über die unmittelbar postoperative Phase hinaus zeigt (Vgl. Liu et al., 2014). Eine erfolgreiche postoperative Schmerztherapie führt zu verbesserter Kniefunktion, höherer Patientenunzufriedenheit und verkürzt die Aufenthaltsdauer der Patienten im Krankenhaus (Widmer et al., 2012; Kutzner et al., 2015).

Welche Möglichkeiten sich ergeben, um Patienten in der perioperativen Phase adäquat versorgen zu können, soll im Folgenden dargestellt werden:

Die postoperative Schmerztherapie sollte immer multimodal sein (American Society of Anesthesiologists, 2012), d.h., sich nicht auf ein einzelnes Konzept zu Schmerzreduktion konzentrieren.

Orale Analgetika sind Bestandteil jeder Therapie nach dem umgekehrten WHO-Stufenschema. Hierbei werden Opioide und als Basismedikation NSAR angewandt. Die reine Gabe von Opioiden ist nicht mehr generell empfohlen und kann zu zahlreichen Nebenwirkungen führen, wie postoperativer Übelkeit (PONV), unzureichender Analgesie, Sedierung, Pruritus, Harnverhalt, Obstipation, respiratorischer und/oder kardialer Depression sowie neurologischen Schäden (American Society of Anesthesiologists, 2012).

Als Alternative kam verstärkt in den 90er Jahren die peridurale Applikation von Lokalanästhetika (LA) zur Anwendung. Allerdings birgt diese Technik Risiken, die neben dem Auftreten von Hypotension oder Motorblockaden in der Verursachung eines Epiduralhämatoms zu sehen sind (Fowler et al., 2008; S3-Leitlinie der DIVS, 2009). Relevant wird dieser Umstand dadurch, dass das Vorkommen eines Epiduralhämatoms bei Patienten unter Thromboseprophylaxe nach der OP deutlich erhöht ist (Xie et al., 2012).

Im Folgenden werden zwei weitere Alternativen der postoperativen Schmerztherapie genauer vorgestellt. Die Verfahren der Regionalanästhesie und die Analgesie mittels Lokalanästhesie sollen in dieser Arbeit hinsichtlich ihrer Wirksamkeit nach Knie-TEP miteinander verglichen werden.

4.3 Regionalanästhesie in der Knieendoprothetik

Die Innervation des Kniegelenks erfolgt nach dem Hilton'schen Gesetz. Alle Nerven, die Muskeln versorgen, die das Gelenk bewegen, innervieren auch das Gelenk selbst. Für das Kniegelenk trifft zu, dass Rr. Articulares zur Innervation des Gelenks aus dem N.femoralis, dem N. tibialis und dem N. peroneus communis abgegeben werden. Die Hautinnervation im Gelenkbereich erfolgt zusätzlich durch den N. cutaneus femoris lateralis und den N. obturatorius medial (Prescher, 2011). Regionalanästhetische Verfahren blockieren durch die Injektion von Lokalanästhetikum (LA) in der Leistengegend sämtliche nervale Leitungsbahnen der unteren Extremität (UE).

Erstmals wurden derartige Techniken in den 1930er Jahren beschrieben (Smithwick und White, 1930).

1973 wurde der 3-in-1-Block durch Winnie eingeführt (Winnie et al., 1973) und 1980 durch Rosenblatt das erste Mal ein kontinuierlicher Katheter verwendet (Rosenblatt, 1980). Beim 3-in-1-Block wird ein relativ hohes Volumen von LA verwendet, um Druck im Gewebe aufzubauen (Chan et al., 2014). Dadurch sollen laut Theorie die drei Nerven N. femoralis, N. obturatorius und der N. cutaneus femoris lateralis gleichzeitig blockiert werden.

Heute ist die Anlage von Regionalkathetern klinisch allgemein gebräuchlich (Kutzner et al., 2015).

Seit 1994 werden die Applikationsorte für die Nervenblockade zunehmend mittels Ultraschall aufgesucht. Mittels der Sonografiertechnologie wurde es möglich, die Injektion des LA direkt zu visualisieren und anatomische Normvarianten zu detektieren. Femoralisblöcke werden häufig in der s.g. in-plane-Technik gestochen, d.h. der Untersucher führt die Injektionsnadel in der Ultraschallebene ein, um deren korrekte Position zu bestimmen (Marhofer et al., 2010).

Klinisch relevant in der Knieendoprothetik sind dabei vor allem die Blockade des N. femoralis (NFK) und des N. ischiadicus (PIK). Die genaue Vorgehensweise zur Durchführung dieser Nervenblockaden wird im Teil Material und Methoden (s. 3.5.2) behandelt. Beide Methoden können als single-shot-Verfahren oder mittels Katheteranlage kontinuierlich durchgeführt werden. Das genaue Aufsuchen des N. ischiadicus erfolgt mithilfe der Elektrostimulation. Die Elektrostimulation stellt ein weit verbreitetes Verfahren für die genaue Lokalisation von Nerven dar (Paul et al., 2010). Dabei werden die Nerven durch geringe Stromstärken durch einen Nervenstimulator (Stimuplex®-Nervenstimulator, Fa. B. Braun, Melsungen, Deutschland) angeregt. Im Verlauf werden diese Ströme reduziert und dabei die Position der Stimulationsnadel verändert. Je geringer die angelegte Stromstärke, bei

trotzdem auslösbarer Muskelkontraktion des M. biceps femoris, desto näher ist man dem N. ischiadicus und kann das Lokalanästhetikum injizieren ohne den Nerv zu verletzen.

Die Empfehlungen der zum Zeitpunkt der Verfassung der Arbeit verfügbaren S3-Leitlinie der DIVS (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Schmerztherapie (2009)) sehen die Verwendung eines kombinierten Femoraliskatheters NFK mit einem peripheren Ischiadikuskatheter PIK (im Folgenden zusammen als regionale Schmerzkatheter bezeichnet) als Methode der ersten Wahl für die Anästhesie bei Knie-TEP. Kontinuierliche Verfahren haben sich in der Vergangenheit effektiver als single-shot-Applikationen erwiesen und konnten die Einnahme von zusätzlichen Opioiden verringern (Chan et al., 2014).

Über die Katheter werden Lokalanästhetika appliziert, die die Nervenwurzeln umspülen. LA sind Blocker von Natriumkanälen der Nervenzellen und verhindern dadurch die Weiterleitung von Aktionspotentialen. Verwendet wird Ropivacain, ein langwirksames Lokalanästhetikum vom Amid-Typ. Ropivacain hat einen relativ langsamen Wirkeintritt, aber eine lange Wirkdauer (bspw. 0,75%iges Ropivacain: Wirkdauer 12 h) und wird daher gerne perioperativ eingesetzt (Zimmermann et al., 2004). Im Vergleich hat sich Ropivacain weniger toxisch als Bupivacain erwiesen, wie Scott et al. (1989) an Probanden nachweisen konnten. Bei hohen Plasmaspiegeln passieren Lokalanästhetika die Blut-Hirn-Schranke und können im ZNS Schwindel, Hör- und Sehstörungen, unkontrollierte Muskelkontraktionen bis hin zu generalisierten Krampfanfällen und Koma auslösen. Weitere wichtige Nebenwirkungen betreffen das Herz, wo die Anwendung von LA zu herabgesetzter Kontraktilität, Extrasystolie und Bradykardien führen kann (Wirz, 2011; Koh et al., 2012). Unter dieser Symptomatik sollte die Applikation sofort beendet werden und die Patienten mit Sauerstoff und ggf. Benzodiazepinen und zusätzlich symptomatisch behandelt werden.

Die Anwendung regionalanästhetischer Verfahren bietet im Vgl. zu den Möglichkeiten der oralen oder epiduralen Schmerztherapie zahlreiche Vorteile.

Eine suffiziente Schmerztherapie nach Knie-TEP durch regionale Schmerzkatheter konnte in zahlreichen Studien gezeigt werden. Im Vergleich zu medikamentöser Analgesie oder Epiduralanästhesie konnten niedrigere Werte auf der Schmerzskala, ein geringerer Schmerzmittelverbrauch und kürzere Zeiten bis zur Mobilisierung und Entlassung der Patienten gefunden werden (Chelly et al., 2001; Hebl et al., 2005; Richman et al., 2006; Macfarlane et al., 2009; Chan et al., 2014; Xu et al., 2014). Dabei scheint es nicht entscheidend, ob der NFK prä- oder postoperativ gelegt wird (Chan et al., 2012). Aufgrund dieser eindeutigen Studienlage kann erlassen werden, dass mittlerweile auf Erfahrungswerte in der Regionalanästhesie zurückgegriffen werden kann.

Hinsichtlich der Komplikationsrate konnten Sharma et al. (2010) zeigen, dass neuronale und kardiovaskuläre Nebenwirkungen durch den Regionalkatheter - im Vergleich zur herkömmlichen Analgesie ohne Katheter - nicht vermindert wurden. Dennoch wurde der Krankenhausaufenthalt der Patienten durch die Verwendung der Regionalkatheter reduziert. Zudem konnte in der Metaanalyse von Richman et al. (2006) gezeigt werden, dass typische opioid-assoziierte Komplikationen, wie Übelkeit/Erbrechen und Sedierung, durch die Verwendung des Regionalkatheters reduziert wurden und die Zufriedenheit der Patienten gesteigert werden konnte.

Nachteilig wirkt sich insbesondere der NFK hinsichtlich der Quadricepsfunktion für die Mobilisation aus. Es konnte gezeigt werden, dass die durchschnittliche Kontraktionskraft des M. quadriceps unter Anlage des NFK in den ersten 6 h um durchschnittlich 49% reduziert war, im Vergleich zum Placebo (Jæger et al., 2013). Dies stellt ein durchaus sehr ernst zu nehmendes Problem dar, da Patienten nicht selten stürzen können. Pelt et al. (2014) untersuchten 707 Patienten, die einen NFK erhielten, und stellten, trotz vielfältiger Anstrengungen, eine Sturzrate von 2,7% postoperativ fest.

Ferner können im Verlauf der Regionalanästhesie sensorische Einschränkungen (Hypästhesie, Anästhesie) im Bereich des Oberschenkels auftreten.

Hinzu kommt, dass die Applikation des Regionalkatheters technisch aufwändig ist und präoperativ hohe Anforderungen an das anästhesiologische Personal stellt oder eine insuffiziente Schmerzhemmung eintritt (Chan et al., 2014; Kutzner et al., 2015).

Xie et al. (2012) gingen in ihrer Untersuchung davon aus, 20-30 Minuten Vorbereitungszeit allein für das Anlegen eines NFK zu benötigen.

Aufgrund der technisch herausfordernden Anlage der Regionalkatheter ist es nicht verwunderlich, dass dieses Verfahren mit 7% eine relativ hohe Fehlerrate hat (Fanelli et al., 1999), die ein Nachinjizieren von LA oder den Wechsel auf andere Methoden notwendig macht.

Manche Patienten hegen aus den genannten Gründen Ressentiments oder gar Angst gegen Regionalkatheter (Matthey et al., 2004).

Die alleinige Anlage des NFK führt häufig zu einer insuffizienten Schmerzhemmung für die Patienten im posterolateralen Kniebereich, sodass sich die zusätzliche Applikation des PIK günstig auswirkt (Abdallah et al., 2016). 85 % der Patienten, die nach Knie-TEP nur mit einem NFK versorgt waren, forderten aufgrund von Schmerzen die Anlage eines PIK nach. Aber auch Patienten mit kombiniertem NFK und PIK blieben nicht vollständig schmerzfrei (Ben-David et al., 2004).

Eine zusätzliche single-shot-Blockade des N. obturatorius kann, wie in der vorliegenden Arbeit, angewendet werden, da hierdurch niedrigere Schmerzwerte für die Patienten dokumentiert wurden (Macalou et al., 2004). Insbesondere der mediale Bereich des Knies profitiert von dem Nervus-Obturatorius-Block (NOB), da dieses Gebiet weder durch den NFK noch durch den PIK suffizient abgedeckt wird.

Weniger gebräuchliche regionalanästhetische Verfahren, die Erwähnung finden sollten, sind der Block des Plexus lumbalis oder die Performance des NFK als 3-in-1-Block. Durch die Blockade des Plexus lumbalis wird der N. obturatorius zwar miterfasst, allerdings konnte im Vergleich zum NFK keine verbesserte Analgesie erzielt werden (Morin et al., 2005).

4.4 Lokalanästhesie in der Knieendoprothetik

Eine Alternative zu den regionalanästhetischen Verfahren bietet die Schmerzhemmung mittels Lokalanästhesie. Diese Methode soll in der vorliegenden Arbeit mit dem Regionalkatheter verglichen werden.

Die genaue Vorgehensweise der in der vorliegenden Studie durchgeführten lokalen Infiltration und kontinuierlicher LA-Gabe mittels Schmerzkatheter wird im Abschnitt Material und Methoden ausführlich erläutert (s. 3.5.3). Das Prinzip besteht in der lokalen Infiltrationsanalgesie (LIA), bei der LA kurz vor dem operativen Verschluss der Gelenkkapsel direkt in das Kniegelenk appliziert wird. Durch den zusätzlichen Anschluss einer elastomeren Ballonpumpe an den Schmerzkatheter können Schmerzmittel postoperativ direkt ins Gelenk appliziert werden. Die Blockade der afferenten Nervenfasern in der Gelenkkapsel verhindert Freisetzung entzündlicher Mediatoren (Grosu et al., 2014), reduziert die Bildung freier Radikale und vermindert die Entstehung von Ödemen (Hollmann and Durieux, 2000; Hahnenkamp et al., 2002).

Die Wirksamkeit des lokalen Schmerzkatheters hinsichtlich dessen analgetischer Qualität wurde bereits in einer Reihe von Studien nachgewiesen. So konnten im Vergleich zur medikamentösen Therapie niedrigere Schmerzwerte auf der Numerischen Ratingskala (NRS), ein verminderter Schmerzmittelverbrauch, weniger unerwünschte

Arzneimittelwirkungen (UAW) sowie eine kürzere Zeit bis zur Mobilisation und Entlassung nach OP gefunden werden (Badner et al., 1996; Bianconi et al., 2003; Rasmussen et al., 2004; Gómez-Cardero und Rodríguez-Merchán, 2010; Goyal et al., 2013; Nakai et al., 2013).

Im Gegensatz zu regionalanästhetischen Verfahren wirkt sich positiv aus, dass in der Lokalanästhesie keine motorischen Defizite ausgelöst werden. Daher können LA höher dosiert werden, um einen verbesserten analgetischen Effekt zu erreichen. In keiner der oben genannten Studien wurden starke Nebenwirkungen durch die Lokalanästhesie beschrieben.

Die Schmerzempfindung und -weiterleitung wird durch den lokalen Schmerzkatheter an ihrem Ursprung geblockt (Chan et al., 2014). Zudem ist das schmerzhaftes Areal sehr gut zugänglich (Wirz, 2011).

Adrenalin ist neben den LA ein weiteres, häufig lokal appliziertes Medikament, welches durch Vasokonstriktion die Resorption des toxischen LA verlangsamen soll (Toftdahl et al., 2007). In Deutschland ist das Herstellen eines Gemisches aus mehreren Arzneimitteln regulatorisch reglementiert und wurde deshalb in der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt.

Andere Arbeiten bezweifeln hingegen die analgetische Qualität des lokalen Schmerzkatheters. So konnten Ali et al. (2015) unter Verwendung einer LIA plus lokalen Schmerzkatheter lediglich am ersten postoperativen Tag reduzierte Schmerzwerte auf der NRS-Skala finden, bei einem höherem Nebenwirkungsprofil des lokalen Schmerzkatheters im Vergleich zur medikamentösen Analgesie.

Rosen et al. (2010) und Joo et al. (2011) injizierten ihren Patienten eine intraoperative LIA, Williams et al. (2013) verwendeten eine LIA plus lokalen Schmerzkatheter. Keiner der drei genannten Studien gelang es eine signifikant reduzierte Schmerzempfindung durch LIA oder lokalen Schmerzkatheter im Vergleich zur medikamentösen Analgesie nachzuweisen.

4.5 Motivation zur Arbeit

Trotz vieler Richtlinien und Empfehlungen gibt es bisher Defizite in der evidenzbasierten postoperativen Schmerztherapie der Knie-TEP. Aufgrund der in der Einleitung dargestellten hohen gesellschaftlichen Relevanz der Behandlung der Gonarthrose und den hohen Fallzahlen sollte es erstrebenswert sein, den Patienten die bestmögliche Schmerztherapie zu gewährleisten.

Xu et al. (2014) schließen ihre Metaanalyse für die Cochrane-Datenbank mit der Feststellung ab, dass derzeit noch ungenügende Daten zum Vergleich von regionalen und lokalen Katheterverfahren vorliegen. Auch die Metaanalyse von Grosu et al. (2014) kommt zu dem

Einleitung

Schluss, dass weitere Daten erforderlich seien, um die Bedeutung des Lokalkatheter einschätzen zu können.

Diese Arbeit soll einen Beitrag leisten, um die Frage nach der bestmöglichen Therapiealternative zu beantworten. Ziel sollte dabei sein, die Patienten in der postoperativen Phase nach Knie-TEP adäquat versorgen zu können. Das heißt, in der postoperativen Phase sollten die Patienten möglichst schmerzarm sein und eine schnelle Mobilisation erfahren.

5 Material und Methoden

5.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine prospektiv randomisiert durchgeführte, zweiarmlige Studie. Als primärer Endpunkt wurde folgende Forschungsfrage formuliert:

Gibt es Unterschiede der subjektiven Schmerzempfindung auf der NRS vom 1. bis 7. postoperativen Tag (POD1 - POD7) nach Knie-TEP von Patienten, die mit einem kombinierten Femoralis- und Ischiadikuskatheter, und Patienten die mit einer lokalen Infiltration plus lokalem Schmerzkatheter versorgt wurden?

Sekundäre Endpunkte für eine suffiziente Schmerztherapie stellten sowohl der zusätzliche Schmerzmittelverbrauch als auch die Beweglichkeit des Kniegelenks als Surrogatparameter dar. Ferner wurden Komplikationen, Einleitungsdauer, Schnitt-Naht-Zeiten und die Zeitspanne bis zur Entlassung erfasst und hinsichtlich der untersuchten Verfahren einander gegenübergestellt.

Zudem wurden verschiedene international anerkannte und evaluierte Scores zur Erfassung des mittelfristigen Ergebnisses durch die Patienten ausgefüllt und klinisch bewertet. Die Verwendung von Funktions-Scores ermöglicht es, funktionelle und physische Aspekte während der Verlaufsbeobachtung nach Knie-TEP umfassend zu analysieren (Mittelmeier et al., 2011). Dabei ist die Erfassung der Patientenperspektive entscheidend, die durchaus von der ärztlichen Wahrnehmung differieren kann (Kopkow et al., 2015).

Folgende Fragebögen wurden in die Auswertung einbezogen (s. Anhang):

- Funktion: Oxford-Knee-Score
- gesundheitsbezogene Lebensqualität: European Quality of Life 5 Dimensions 3 Level Version (EQ-5D-3L-Score)
- Aktivität: University of California Los Angeles-Score (UCLA-Aktivitätsscore)

Der Oxford-Knee-Score (OKS) wurde für die Gonarthrose validiert und umfasst 12 Fragen zu Schmerz und Funktion des entsprechenden Knies im täglichen Leben. Durch ein prä- und postoperatives Erheben dieses Scores sollte das Funktionsergebnis der Knie-TEP dargestellt werden. Es konnte gezeigt werden, dass die Ergebnisse mit der Erwartung der Patienten und ihrer Zufriedenheit korrelieren (Clement et al., 2015).

Der EQ-5D-3L-Score erfasst die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Dabei werden fünf Kategorien durch den Patienten beurteilt: Mobilität, Selbstversorgung, allgemeine Tätigkeiten, Schmerz/ Körperliche Beschwerden und Angst/ Depression. Jede dieser fünf Dimensionen konnte durch die Patienten mit Level 1 [keine Probleme], Level 2 [einige

Probleme] oder Level 3 [extreme Probleme] besetzt werden. Zudem wurde der aktuelle Gesundheitszustand auf einer vertikalen NRS mit den Endpunkten 0 [schlechtest denkbarer Gesundheitszustand] bis 100 [besten denkbarer Gesundheitszustand] dokumentiert. Hiermit ist es möglich, die Beeinträchtigung der Lebensqualität durch die Gonarthrose beim Patienten einzuschätzen (The EuroQol Group, 1990).

Der UCLA-Aktivitätsscore ermöglicht es den Patienten, ihre Gesamtaktivität auf einer Messskala von 1 (vollständig inaktiv) bis 10 (regelmäßige Teilnahme an Impakt-Sportarten) einzuordnen. Impakt-Sportarten wurden dabei definiert als körperlich besonders fordernde Sportarten, wie Joggen, Tennis, Skifahren, Kampfsport, Fußball, Akrobatik, usw.

Der gesamte Untersuchungsprozess erfolgte monozentrisch am UniversitätsCentrum für Orthopädie & Unfallchirurgie der Universitätsklinik Dresden. Ein positives Ethikvotum der Ethik-Kommission an der Technischen Universität Dresden lag gemäß der Promotionsordnung am 11. September 2015 vor (Aktenzeichen der Ethikkommission EK 250062015). Von allen Patienten lag eine schriftliche Einverständniserklärung vor.

5.2 Fallzahlplanung

Vor Beginn der Patientenrekrutierung wurde eine Fallzahlplanung aufgestellt. Dabei wurde der zu detektierende, klinisch relevant angenommene Unterschied auf einer NRS von 1 bis 10 mit einer Stufe 1, sowie eine angenommene Standardabweichung (s) von 2, definiert. Weiterhin wurden ein Signifikanzniveau (α) von 0,05 und eine Power ($1-\beta$) von 80% festgelegt. Hieraus ergab sich eine Mindestmenge von 64 Patienten pro Untersuchungsgruppe. Unter Berücksichtigung einer zu erwartenden Drop-out-Rate von 10% sollten 70 Patienten pro Gruppe, also insgesamt 140 Patienten, eingeschlossen werden.

5.3 Patientenrekrutierung

Die Rekrutierung der Studienteilnehmer wurde im 2. Quartal 2015 begonnen und fortlaufend durchgeführt. Die Untersuchung der Patienten erfolgte im Rahmen der Gonarthrose-Sprechstunde. Dabei wurden alle Patienten, die zur Behandlung der Gonarthrose eine Knie-TEP erhalten sollten, anhand der Ein- und Ausschlusskriterien für ihre Studientauglichkeit ausgewählt.

Für die Aufnahme in die Studie galten folgende Einschlusskriterien:

- Indikation zur Oberflächen-Knie-TEP bei primärer oder sekundärer Gonarthrose
- vorhandene Einverständniserklärung des Patienten

Für die Aufnahme in die Studie galten folgende Ausschlusskriterien:

- chronische Schmerzpatienten
- Demenz
- ipsilaterale Neuropathie, Polyneuropathie
- sonstige schwere Erkrankung, die eine Teilnahme an der Studie erschwert

Es dauerte zwei Jahre, bis die erforderliche Fallzahl von 140 Patienten im 3. Quartal 2017 in die Studie eingeschlossen und mit einer Knie-TEP versorgt war. Für jeden Patienten wurden demografische Daten, einschließlich Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht, gesammelt. Der präoperative Schmerz und die aktuelle Schmerzmedikation jedes Patienten wurden dokumentiert. Zudem wurden präoperativ die entsprechenden klinischen Scores erstmalig erhoben. Die Patienten wurden über den bevorstehenden Eingriff, die Narkose und die Teilnahme an der Schmerzstudie aufgeklärt.

Die Nachuntersuchungen erfolgten entsprechend dem Untersuchungs- und Datenerfassungsplan nach 3 Monaten und einem Jahr und wurden auf dafür vorgesehenen Bögen dokumentiert. Das Ergebnis nach 3 Monaten wurde in diese Arbeit mit einbezogen, um einerseits die postoperativen Komplikationen vollständig abzubilden und andererseits das kurzfristige klinische Ergebnis zu erfassen. Ein freiwilliger Rücktritt aus der Studie ohne Angabe von Gründen war jederzeit möglich.

5.4 Randomisierung

Nach positiver Prüfung der Ein- und Ausschlusskriterien und Vorliegen der Einverständniserklärung wurden geeignete Patienten in das Studienverzeichnis aufgenommen und erhielten fortlaufend eine Studiennummer, die auf dem Erhebungsbogen vermerkt wurde. Anhand der Studiennummer wurden die Patienten über eine in Excel 2010 (Microsoft Corp., WA, USA) erstellte Randomisierungsliste entweder der Gruppe R (Regionalanästhesie: cNFK + PIK + NOB) oder der Gruppe L (LIA + Lokalanästhesie) in einem Verhältnis 1:1 zugeordnet.

Nach Registrierung ergab sich für Gruppe R n=70 und Gruppe L n=70 (s. Tabelle 5).

5.5 Operative Methodik

5.5.1 Knie-Totalendoprothese

Es erfolgte der Einsatz einer zementierten, nicht gekoppelten, bikondylären Knie-TEP (balanSys, Mathys AG, Bettlach, Schweiz). Eine pneumatische Blutsperre durch Tourniquet mit durchschnittlich 300 mmHg wurde verwendet. Alle Patienten erhielten eine perioperative Antibiose mit 1,5 g Cefuroxim als Kurzinfusion.

Als Zugangsweg wurde der medial parapatellare Standardzugang gewählt. Nach Evertieren der Patella wurden der Hoffa-Fettkörper teilreseziert, die Menisken sowie das vordere Kreuzband reseziert. Es erfolgte die Präparation des Gelenks zur Darstellung des ventro-distalen Femurs und des Tibiaplateaus. Nach Anbringen der entsprechenden Resektionslehren wurden distaler Femur und Tibiaplateau entsprechend zugeschnitten. Dabei wurde auf Schonung und Erhalt des hinteren Kreuzbands geachtet. Nach Überprüfung des korrekten Implantatsitzes mittels Probeimplantaten wurden Tibia- und Femurteil mit Knochenzement implantiert. Ein Retropatellaersatz wurde nicht vorgenommen.

Anschließend erfolgte bei Patienten der Gruppe L die Infiltration von Lokalanästhetikum LIA (s. 3.5.3). Nach dem Öffnen der Blutsperre und der entsprechenden Blutstillung wurde eine tiefe Redondrainage angelegt. Nach Faszien- und Subkutannaht wurde die Wunde mit Klammern verschlossen und verbunden.

Unmittelbar nach der Operation erfolgte die Kontrolle der korrekten Implantatlage mittels Röntgen. Alle Operationen wurden durch vier Chirurgen in einer standardisierten Prozedur durchgeführt.

Entsprechend der Randomisierung erfolgte entweder die Anlage eines regionalen Schmerzkatheters präoperativ oder eines lokalen Schmerzkatheters mit Durchführung einer LIA intraoperativ.

Die im folgenden Abschnitt beigefügten Aufnahmen wurden während einer Operation im Universitätsklinikum Dresden angefertigt. Eine entsprechende Einverständniserklärung des Patienten lag vor.

5.5.2 Regionale Schmerzkatheter

Durchschnittlich 30 min präoperativ wurden vom ärztlichen Team der Anästhesie die Regionalkatheter unter sterilen Bedingungen vorbereitet.

Zunächst wurden in Rückenlage die Blöcke für den N. femoralis und den N. obturatorius gelegt. Unter Sonografiekontrolle und lokaler inguinaler Betäubung erfolgten (nach negativer Aspiration) die Infiltration von 20 ml Ropivacain 0,5% perineural um den N. femoralis (Abbildung 2) und das Anlegen eines entsprechenden Schmerzkatheters (Sonolong Curl, Fa. Pajunk, Geisingen, Deutschland), (Abbildung 3). Die Landmarke für den Femoraliskatheter NFK war 1 cm distal des Lig. Inguinale und 1-2 cm lateral der A. femoralis. Der Einstich erfolgte nach kranial unter Vorschieben der Nadel parallel zur Arterie. Zudem wurden 10 ml Ropivacain 0,5% um den N. obturatorius als single-shot appliziert.



Abbildung 2: Einstichstelle des NFK in der Leiste: unter sterilen Bedingungen erfolgt der Einstich in in-plane Technik, d.h. der Ultraschallkopf bildet mit der Nadel eine Ebene



Abbildung 3: Blick auf den applizierten NFK

Anschließend erfolgte das Auffinden des N. ischiadicus transguteal in seitlicher Position (Abbildung 4). Die Landmarke für den Ischiadikus Katheter PIK wurde durch folgendes Vorgehen aufgesucht: Die Linie zwischen Trochanter major und Spina iliaca posterior wurde halbiert und das Lot auf eine Hilfslinie von Trochanter major und Hiatus sacralis gefällt. Der Schnittpunkt von Lot und Hilfslinie ergab die Einstichstelle. Hierzu wurde unter sonografischer Kontrolle die ungefähre Lage des Nervus ischiadicus bestimmt und eine 18 G Kanüle (Contiplex®, Fa. B. Braun, Melsungen, Deutschland) anhand der Landmarken in die Nähe des N. ischiadicus gestochen. Mittels Elektrostimulation wurde dann die exakte Position aufgesucht. Eine geeignete Bestimmung der Lage des N.

ischiadicus wurde bei einer beobachteten Kontraktion des M. biceps femoris, unter Stimulation mit 0,5 mA, betrachtet. In dieser Position wurde zunächst ein Bolus von 20 ml Prilocain 1,5% appliziert, anschließend die Nadel zurückgezogen und nur der Plastikkatheter perineural belassen (Abbildung 5, Abbildung 6).



Abbildung 4: Einstichstelle des PIK am Gesäß: Unter sterilen Bedingungen erfolgt der Einstich in in-plane Technik. Der weiße Aufsatz auf der Nadel ist der Konnektor für den Elektrostimulator (hier nicht im Bild).



Abbildung 5: Blick auf den applizierten PIK



Abbildung 6: Erfolgreich applizierter PIK

5.5.3 Lokaler Schmerzkatheter

Vor Einbringen des lokalen Schmerzkatheters wurde ein Bolus von 50 ml Ropivacain 2% intraoperativ appliziert: 20 ml nach der Zementierung in die dorsale Kapsel und weitere 30 ml in die ventralen Weichteile

(Kollateralbänder, Periost, Synovia und Hoffa'scher Fettkörper), (Abbildung 7). Kurz vor Verschluss der Gelenkkapsel

wurde der lokale Schmerzkatheter am Ende der Operation durch den Chirurgen von medial intraartikulär eingelegt. Eine Katheternadel mit Schleuse wurde von extraartikulär nach intraartikulär im Bereich des oberen Recessus eingestochen (Abbildung 9, Abbildung 10). Die Nadel wurde entfernt und der kleine Plastikkatheter, der am Ende eine Perforationsstrecke für das Lokalanästhetikum aufweist, in die Gelenkkapsel eingeführt und dort belassen (Abbildung 11).

Über ein Reduzierventil wurde der Katheter mit einem druckelastischen Kunststoffballon verbunden, welcher mit 350 ml Ropivacain 2% befüllt wurde. Es handelte sich hierbei um ein FuserPump System (Fa. Pajunk, Geisingen, Deutschland),

(Abbildung 8). Die Verwendung dieses Systems erübrigte die Anwendung einer elektronischen Perfusorpumpe oder größerem technischen Aufwand. Unmittelbar



Abbildung 7: Infiltration der periartikulären Weichteile



Abbildung 8: FuserPump System der Fa. Pajunk



Abbildung 9: Einstechen der Katheternadel

postoperativ erfolgte die Applikation des Lokalanästhetikums über den Katheter mit einer Laufrate von 8 ml/h über 44 h (Abbildung 12, Abbildung 13).



Abbildung 10: Position der Katheterschleuse



Abbildung 11: Einführen des Schmerzkatheters



Abbildung 12: Ansicht des Katheters bei verschlossener Wunde und angeschlossenem FuserPump System

5.5.4 Anästhesie

Patienten, die präoperativ einen regionalen Schmerzkatheter erhielten sowie etwa die Hälfte der Patienten, die einen lokalen Schmerzkatheter bekommen sollten, wurden mithilfe einer intraoperativen Sedierung durch einen Propofol-Perfusor und unterstützender Beatmung geführt. Auf Wunsch des Patienten oder bei unzureichender Analgesie erfolgte eine



Abbildung 13: Wundverband und Lokaler Schmerzkatheter

Allgemeinanästhesie mit Intubation (ITN) oder Larynxmaske. Die Narkoseeinleitung wurde unter Verwendung von Propofol, Sufentanil und Rocuronium durchgeführt.

Patienten, die einen lokalen Schmerzkatheter erhielten, wurden zu ca. 45% in Spinalanästhesie geführt. Dafür wurde den entsprechenden Patienten ein Bupivacain-Bolus von 8-15 mg und 10 µl Fentanyl in den Spinalkanal bei L2-5 appliziert. Alternativ erfolgte die Durchführung einer Allgemeinanästhesie wie oben geschildert (s. Abbildung 22).

Eine präoperative Sedierung der Patienten mit 7,5 mg Midazolam lag im Ermessen des verantwortlichen Anästhesisten.

5.6 Postoperatives Management

5.6.1 Postoperative Schmerztherapie

Nach Beendigung der OP wurden die Patienten durchschnittlich 2-3 h im Aufwachraum (AWR) betreut, bevor sie in die Post Anesthesia Care Unit (PACU) verlegt wurden.

Für die Patienten der Gruppe R wurden die regionalen Katheter NFK und PIK mit jeweils Ropivacain 0,2%, 6ml/h befahren. Der betreuende Arzt entschied über den Startpunkt für die Infiltration über die Katheter. Erst, wenn ausgeschlossen werden konnte, dass keine Nerven durch die Operation beschädigt wurden und eine suffiziente Motorik im betroffenen Bein vorlag, wurden die Katheter gestartet. Die Applikation erfolgte auch nach Übernahme auf die Normalstation am POD 1 und wurde im Regelfall über 72 h fortgeführt.

Die Patienten der Gruppe L erhielten ihr Lokalanästhetikum unmittelbar postoperativ über den Lokalkatheter, der an einen Reservoirballon angeschlossen und mit 350ml Ropivacain 2% befüllt wurde. Bei einer kontinuierlichen Laufrate von 8 ml/h, die ab OP-Ende anlag, konnte der lokale Schmerzkatheter über nahezu 2 d (exakt 43,75 h) befahren werden.

In den meisten Fällen wurden die Patienten am Morgen des POD 1 auf die Normalstation verlegt. Hier erfolgte täglich Physiotherapie mit Kräftigungsübungen der betroffenen UE. Zudem wurde die Kniebeugung, soweit von den Patienten toleriert, durch die Anwendung einer motorisierten Bewegungsschiene geübt. Die Operationswunde und die Kathetereinstichstellen wurden dabei regelmäßig kontrolliert und eine ausreichende Analgesie überprüft. Alle Patienten erhielten eine Thrombembolieprophylaxe mit 10 mg Rivaroxaban (Xarelto®).

Zusätzlich erhielten die Patienten die Möglichkeit zur patientenkontrollierten intravenösen Piritramid-Bolusgabe über eine programmierte Pumpe (PCIA). Abhängig vom Gewicht des Patienten wurden pro Bolus 3-4 mg Piritramid (Dipidolor®) i.v. verabreicht (Lockout: 20 min). Die Patienten wurden über die korrekte Handhabung der PCIA-Pumpe entsprechend aufgeklärt. Die Anzahl der abgegebenen Boli sowie der Gesamtverbrauch an Piritramid wurden dokumentiert. Die PCIA-Pumpe wurde standardmäßig bis zum POD 3 genutzt.

Zum frühestmöglichen Zeitpunkt wurde auf orale Schmerzmedikation umgestellt. Für die Behandlung des Dauerschmerzes wurde nach dem postoperativen oralen Schmerztherapieschema (PoST) (s. Anhang) eine Basismedikation von Metamizol (Novaminsulfon®) 1-3 g oder alternativ Ibuprofen bis 3 x 600 mg täglich gegeben. Wurde von den Patienten dennoch ein NRS-Wert ≥ 4 angegeben, wurden 10 mg Oxycodon Retardtabletten (Oxygesic®, Mundipharma GmbH, Limburg, Deutschland) alle 12 h zusätzlich zur Basismedikation hinzugefügt. Berichteten die Patienten unter dieser Medikation immer noch über Akutschmerzen NRS ≥ 4 , wurde als Bedarfsmedikation 10 mg Oxycodon (Oxygesic akut® Mundipharma GmbH, Limburg, Deutschland) gegeben. Sämtliche Opioid- oder NSAR-Gaben wurden ständig dokumentiert. Die Umrechnung der gegebenen Mengen von Piritramid und Oxycodon in Morphinäquivalente (Morphin i.v.) erfolgte auf Basis der angegebenen analgetischen Potenz der Analgetikalistes des Universitätsklinikums Dresden (s. Anhang, Tabelle 4).

Tabelle 4: Umrechnungstabelle in Morphinäquivalente

	Morphin p.o.	Morphin i.v.
Oxycodon p.o.	2	0,5
Piritramid i.v.	-	0,6667

5.6.2 Dokumentation

Durch erfahrene study nurses wurden die Patienten regelmäßig besucht und angehalten, ein Schmerztagebuch vom POD 1-7 zu führen. Die Patienten wurden aufgefordert, auf einer horizontalen Linie von 0 bis 10 (0=kein Schmerz; 10=schlimmste Schmerzen) die Stärke ihrer Schmerzen einzuordnen. Die Werte wurden für Ruhe und Bewegung in das Schmerztagebuch zu standardisierten Zeitpunkten 8 Uhr morgens und 19 Uhr abends eingetragen. Zudem wurde die Beweglichkeit mittels Goniometer und der Mobilisationsgrad von POD 1-7 untersucht und dokumentiert (s. Anhang). Folgendes Verschlüsselungssystem wurde verwendet:

- keine Mobilisierung = 0
- Drehen im Bett = 10
- Sitzen an Bettkante = 20
- Stehen vor dem Bett = 30
- Gehen auf der Stelle = 40
- Gehen im Zimmer = 50
- Treppensteigen = 60

Dabei wurden bei abwesenden oder schlafenden Patienten die Werte als fehlend markiert, sofern es nicht möglich war, die Daten zum frühestmöglichen Zeitpunkt einzuholen.

5.7 Datenschutz und Datenerhebung

Das Ausfüllen, die Auswertung der Erhebungsbögen und die nachfolgende Archivierung der Daten erfolgte anonymisiert über die Studiennummer. Dadurch enthielt der resultierende Datensatz keinerlei Patientenkennung.

Zur Datenerhebung wurden zunächst die Schmerzangaben aus der NRS POD 1-7 als auch die dokumentierten Beweglichkeits- und Mobilitätswerte aus den Schmerztagebüchern der Patienten in eine Datei aufgenommen.

In einem zweiten Schritt wurden aus den Anästhesieprotokollen und den Stationskurven alle weiteren schmerzrelevanten Parameter übernommen, dazu zählen die OP-Zeiten, Konzentration und Menge der Lokalanästhetika und der Schmerzmittelverbrauch POD 1-7 sowie etwaige Komplikationen. Retrospektiv wurden zudem Art der Anästhesie, Einleitungszeit, Schnitt-Naht-Zeit und die stationäre Aufenthaltsdauer erhoben. Alle Daten wurden in einer Datei gesammelt. Die Prozesse wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel 2010 (Microsoft Inc., WA, USA) vorgenommen.

5.8 Statistische Datenauswertung

Die statistische Datenauswertung erfolgte mit der Statistik-Software SPSS Version 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)

Der primäre Endpunkt der Forschungsfrage wurde mit Hilfe eines Linear Gemischten Modells analysiert, da der Komolgorov-Smirnov-Test für die erhobenen Daten keine Normalverteilung nachweisen konnte. Des Weiteren wurde der primäre Endpunkt mit Co-Faktoren in einer multiplen logistischen Regression in Relation gesetzt, um eventuelle Confounder-Effekte durch Alter, BMI, präoperativen Schmerz etc. zu erfassen. Um die logistische Regression durchführen zu können, wurden alle Schmerzwerte < 4 auf der NRS als kein bis geringer Schmerzen, alle Werte ≥ 4 als starke Schmerzen definiert (Bezug PoST-Schema).

Die sekundären Endpunkte wurden wie folgt behandelt:

Kategoriale Parameter, wie die Art der Anästhesie oder die Komplikationen, wurden mittels absoluter und relativer Häufigkeiten beschrieben und Gruppenunterschiede durch Anwendung des Chi²-Tests erfasst. Bei Verletzungen der Voraussetzungen des Chi²-Tests wurde stattdessen der Fishers Exakte Test verwendet. Abgelehnt wurde der Chi²-Test bei beobachteten Häufigkeiten gleich 0 oder erwarteten Häufigkeiten < 5 .

Kontinuierliche Parameter wie Flexionsgrad, Schmerzmittelverbrauch und das Morphinäquivalent wurden durch Mittelwert und Standardabweichung dargestellt und Gruppenunterschiede mittels unverbundenen t-Tests zum Signifikanzniveau (α) 0,05 erfasst. Dieser Test wurde auch angewendet, um die Vergleichbarkeit der Gruppen hinsichtlich Alter, Größe, Gewicht und BMI auszudrücken. Es wurde der Leven-Test durchgeführt, um zu prüfen, ob eine Varianzgleichheit unter den Daten vorliegt.

Verschlüsselte nicht parametrische Daten, wie die Erfassung der Mobilisation, wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests analysiert und die Mediane der Daten verglichen.

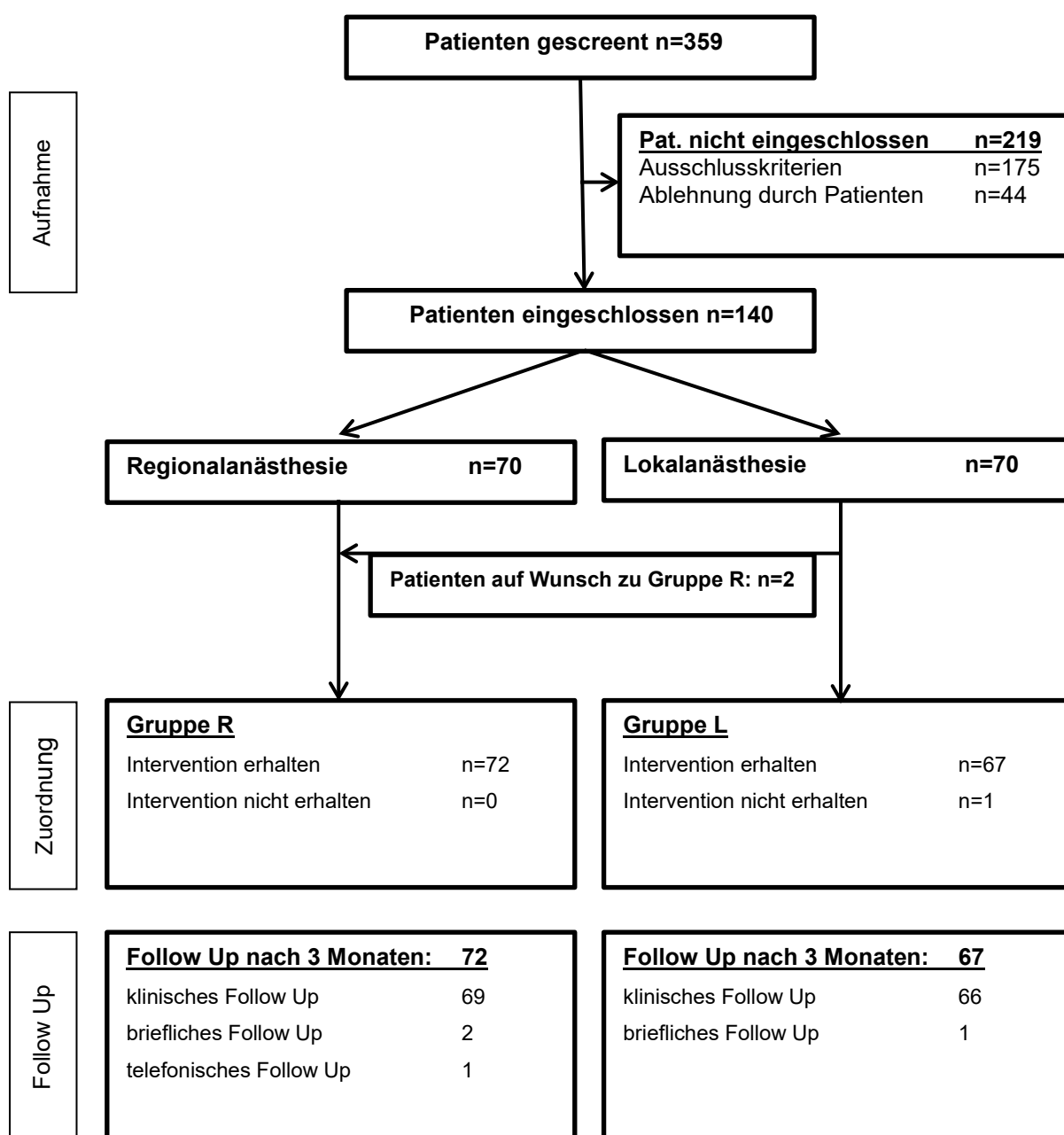
Es erfolgte schließlich die Erfassung der Häufigkeiten von Indikationsgrund, Anästhesieart mittels Fishers Exakter Test und die Auswertung des Krankenhausaufenthaltes.

6 Ergebnisse

6.1 Aufteilung und Homogenität der Gruppen

Zunächst wurden, gemäß der Randomisierung, zwei Gruppen je nach Art der Schmerzhemmung gebildet. Sowohl in Gruppe R (regionale Schmerzkatheter: cNFK + PIK + NOB) als auch in Gruppe L (LIA + lokaler Schmerzkatheter) wurden n=70 Patienten eingeteilt. Zwei Patienten aus Gruppe L wechselten auf eigenen Wunsch in Gruppe R. Eine Patientin aus Gruppe R verweigerte die Operation, so dass sich letztlich die in Tabelle 5 aufgeführten Gruppenverhältnisse ergaben:

Tabelle 5: Flow-Chart der Randomisierung und Studienanalyse der Patienten



Ergebnisse

Es wurde mittels t-Test für unverbundene Stichproben die Homogenität der patientenspezifischer Charakteristika wie Alter, Größe, Gewicht und pre BMI, dem BMI vor dem operativen Eingriff, ermittelt. Mittels Chi²-Test wurden Häufigkeitsunterschiede hinsichtlich des Geschlechtes oder der operierten Seite berechnet.

Tabelle 6: Gruppenvergleichbarkeit der Patienteneigenschaften durch die Mittelwerte^a bzw. Häufigkeiten^b

	Gruppe R	Gruppe L	p-Werte
Alter zur OP [Jahre] ^a	68,7	67,2	0,404
Größe [m] ^a	1,7	1,7	0,634
Gewicht [kg] ^a	91,3	88,1	0,292
pre BMI [kg/m ²] ^a	31,7	30,2	0,111
Geschlecht ^b			
männlich	37	35	
weiblich	35	32	0,828
betroffene Seite ^b			
rechts	35	36	
links	37	31	0,198

a. p-Werte ermittelt durch t-Test bei zwei unverbundenen Stichproben

b. p-Werte ermittelt nach Chi²-Test mit Kontinuitätskorrektur nach Yates

Wie in Tabelle 6 dargestellt, konnten in beiden Tests keine statistisch auffälligen Gruppenunterschiede gefunden werden ($p > 0,05$). Demzufolge kann von homogenen Stichproben ausgegangen werden.

6.2 Ergebnisse des Schmerztagebuchs

Nachfolgend sind die Ergebnisse der NRS-Schmerzwerte in Ruhe aufgeführt. Diese wurden mittels des Linear gemischten Modells auf Signifikanzen geprüft.

Tabelle 7^a: Mittelwerte der NRS- Schmerzempfindung in Ruhe und die zugehörigen Signifikanzen

	Gruppe R	Gruppe L	Signifikanz ^b
OP-Tag	2,9	4,2	0,014
POD1 M	3,4	4,4	0,013
POD1 A	3,4	3,9	0,424
POD2 M	2,9	3,3	0,440
POD2 A	2,7	2,9	0,691
POD3 M	2,6	2,6	0,623
POD3 A	2,3	2,5	0,797
POD4 M	2,6	2,5	0,542
POD4 A	2,3	2,4	0,968
POD5 M	2,1	1,9	0,771
POD5 A	2,1	2,1	0,803
POD6 M	1,9	2,2	0,538
POD6 A	1,8	1,9	0,808
POD7 M	1,8	1,9	0,408
POD7 A	1,8	1,8	0,575

a. basiert auf geschätzten Randmitteln

b. ermittelt nach dem Linear gemischten Modell. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni

Tabelle 8: Test auf feste Effekte Typ III im Rahmen des Linear gemischten Modells

	F-Wert	Signifikanz
Anästhesie	0,764	0,383
Zeit	13,152	0,000
Anästhesie * Zeit	0,989	0,463

Aus den Daten der Tabelle 7 und Abbildung 14 wird ersichtlich, dass sich die Schmerzwerte der NRS durchaus signifikant unterscheiden. An den Zeitpunkten OP-Tag und POD1M (innerhalb der ersten 24h nach OP) muss die Nullhypothese, dass sich regionale und lokale

Ergebnisse

Schmerzkatheter in ihrer Schmerzhemmung nicht unterscheiden, verworfen werden. Patienten, die mit einem kombinierten cNFK + PIK versorgt wurden, gaben in diesem Zeitfenster statistisch auffällig geringere Schmerzen an. Der mittlere NRS-Wert am OP-Tag betrug $2,9 \pm 3,3$ (Gruppe R) vs. $4,2 \pm 3,1$ (Gruppe L); ($p=0,014$) und am POD1M $3,4 \pm 2,8$ (Gruppe R) vs. $4,4 \pm 2,04$ (Gruppe L); ($p=0,013$). Nach dem POD2 näherten sich die Mittelwerte der Schmerzempfindung beider Gruppen an und nahmen kontinuierlich ab ($p>0,05$), (Abbildung 14).

Beim Test auf feste Effekte (Tabelle 8) innerhalb des Linear gemischten Modells ergab sich, dass zwischen den beiden Anästhesiearten kein signifikanter Unterschied, unabhängig der Zeit, gefunden werden konnte ($p=0,383$). Hingegen ist ein statistisch charakteristischer Unterschied in der Zeitrelation zu beobachten, da die Schmerzintensität über die Zeit, in beiden Gruppen innerhalb einer Woche, abnahm (Gruppe R von 3,4 (POD1A) auf 1,8 (POD7A) und Gruppe L von 4,4 (POD1M) auf 1,8 (POD7A)); ($p<0,001$). Weiterhin konnte kein statistisch bedeutsamer Anästhesie*Zeit-Zusammenhang gezeigt werden. Daraus lässt sich ableiten, dass sich beide Gruppen, über die gesamte Zeit gemittelt, in ihren Schmerzwerten nicht signifikant unterscheiden ($p=0,463$).

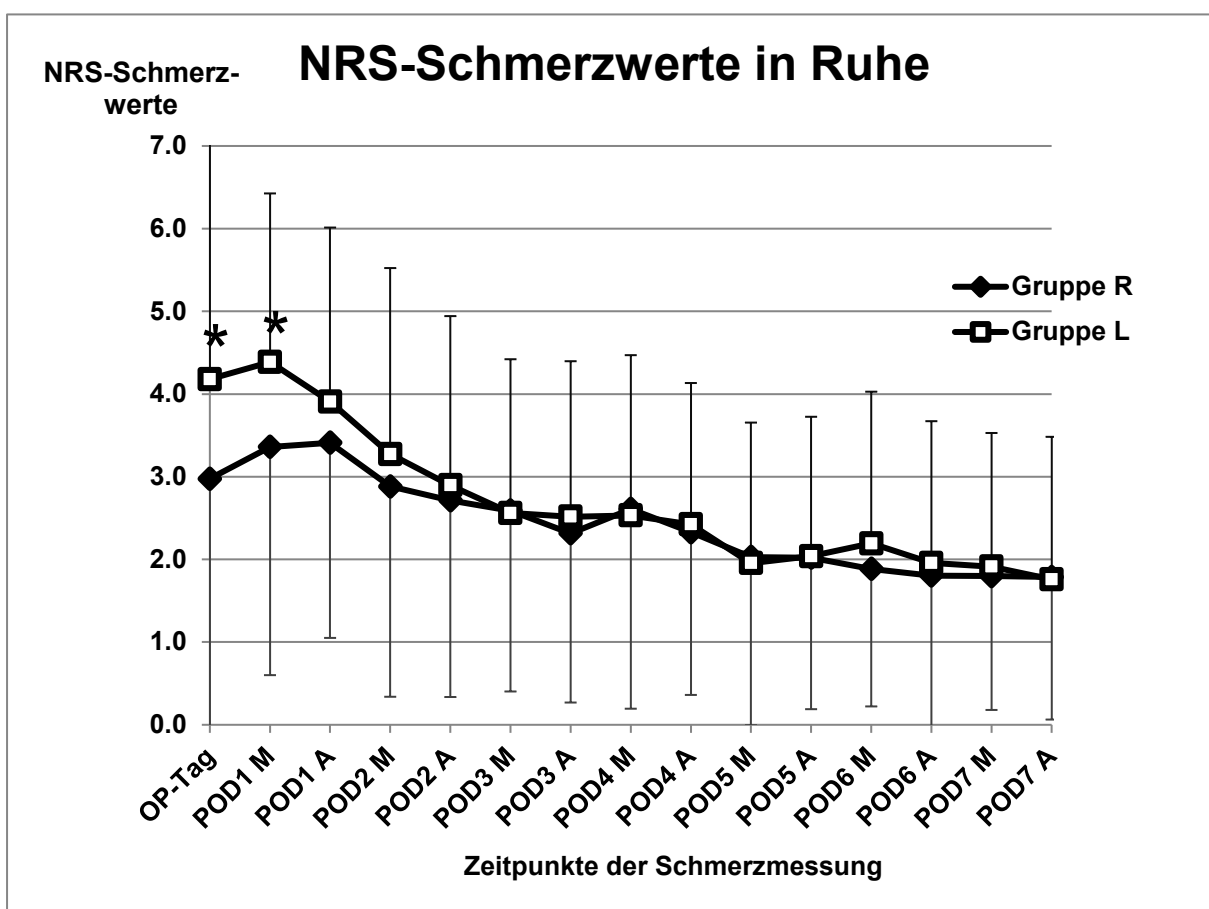


Abbildung 14: Mittelwerte der NRS-Skala in Ruhe vom OP-Tag bis zum POD7A

*-Signifikanz; Fehlerbalken – Standardabweichung (Gruppe R nach unten, Gruppe L nach oben)

Ergebnisse

Tabelle 9^a: Mittelwerte der Schmerzempfindung in Bewegung, die von den Patienten auf der NRS angegeben wurden, und die zugehörigen Signifikanzen zwischen den Gruppen

	Gruppe R	Gruppe L	Signifikanzen ^b
POD1 M	5,4 (23)	4,6 (14)	0,052
POD1 A	5,3 (34)	5,4 (28)	0,696
POD2 M	4,5 (44)	5,0 (38)	0,413
POD2 A	3,9 (42)	4,5 (37)	0,587
POD3 M	3,9 (52)	4,2 (36)	0,458
POD3 A	4,1 (47)	3,8 (31)	0,806
POD4 M	3,7 (49)	3,6 (44)	0,641
POD4 A	3,7 (43)	3,9 (38)	0,850
POD5 M	3,5 (49)	3,3 (41)	0,341
POD5 A	3,2 (46)	3,4 (36)	0,784
POD6 M	3,3 (40)	3,2 (41)	0,830
POD6 A	2,9 (34)	3,3 (35)	0,424

a. Zahlen in Klammern = n; basiert auf geschätzten Randmitteln

b. ermittelt nach dem Linear gemischten Modell. Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, konnten bei den NRS-Werten, die während der physiotherapeutischen Bewegungseinheiten erhoben wurden, keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen ermittelt werden ($p > 0,05$). Die Mittelwerte der NRS in Bewegung liegen höher, als deren Pendant in Ruhe (Abbildung 15), und nehmen über die Zeit kontinuierlich ab. Wie aus den Zahlen in Klammern abzulesen ist, konnten für die Dokumentation der NRS-Schmerzwerte in Bewegung nur etwa die Hälfte der Patienten eingeschlossen werden.

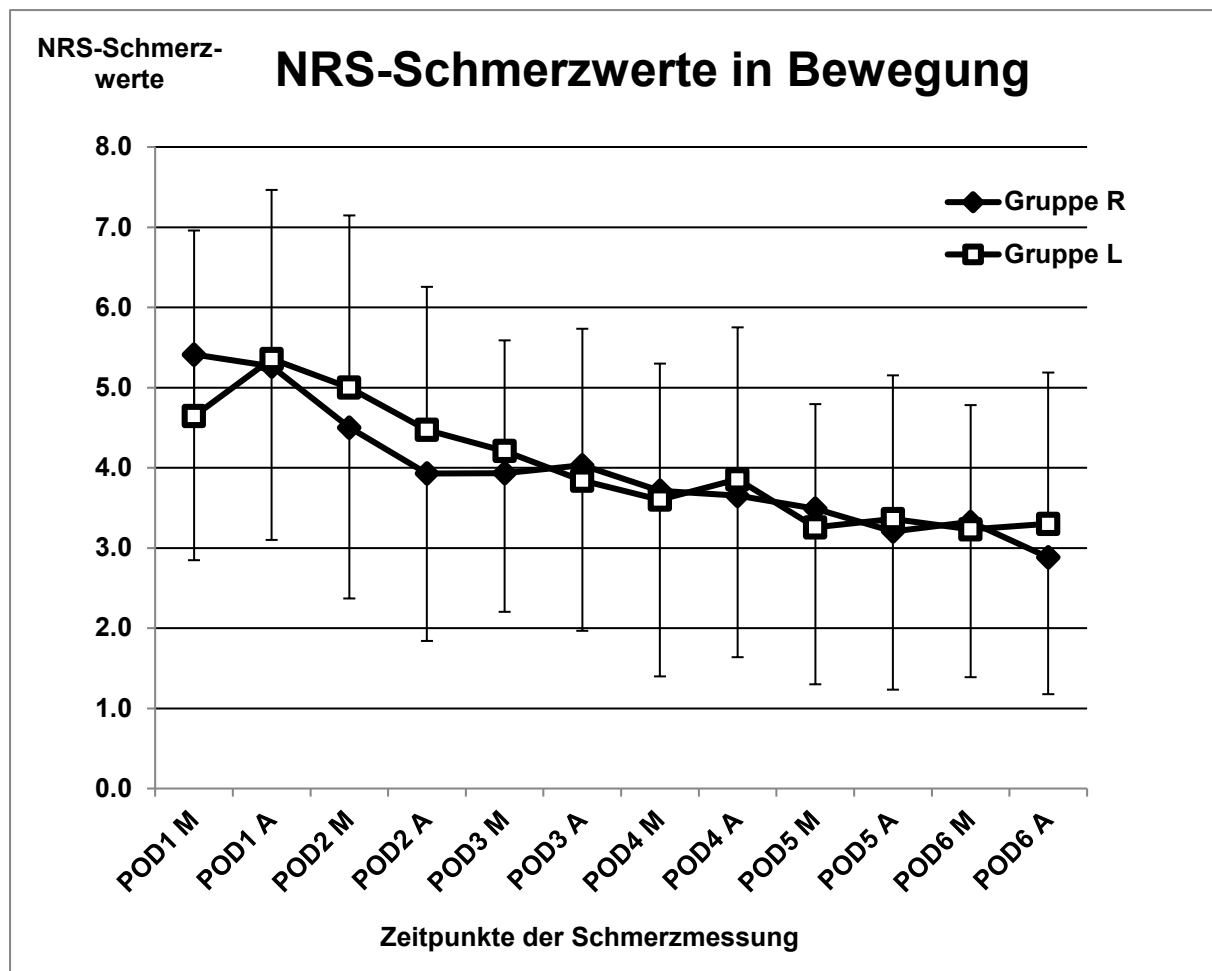


Abbildung 15: Mittelwerte der NRS-Skala in Bewegung vom POD1M bis zum POD6A; Fehlerbalken – Standardabweichung (Gruppe R nach unten, Gruppe L nach oben)

Um auszuschließen, dass Confounder-Effekte die Ergebnisse der NRS-Schmerzmessung verzerren, wurde eine multiple, logistische Regression durchgeführt, mit:

NRS < 4 - keine, oder leichte Schmerzen

NRS ≥ 4 - mittlere oder starke Schmerzen (Tabelle 10).

Die Ergebnisse wurden für die einzelnen Einflussfaktoren durch die Signifikanzen und den Exponenten (B), nebst nicht-adjustiertem 95%-Konfidenzintervall, zusammengefasst. Wie aus den Ergebnissen der Regression in den Signifikanzen ersichtlich ist, beeinflusst keiner der untersuchten Faktoren Geschlecht, BMI oder Alter die Datenverteilung im Sinne einer Störgröße, da keine statistisch auffälligen Werte für diese Tatsache gefunden wurden ($p > 0,05$).

Ergebnisse

Tabelle 10: Ergebnisse der multiplen logistischen Regression zu Confounder-Effekten

	Regressions-Koeffizient B	Standardfehler	Signifikanz ^a	Exponent (B)	95% Konfidenzintervall für Exponent (B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Geschlecht	0,041	0,492	0,934	1,042	0,397	2,735
pre BMI [kg/m ²]	0,024	0,048	0,617	1,024	0,933	1,125
Alter zur OP [Jahre]	0,005	0,021	0,812	1,005	0,964	1,048

a. Signifikanzwerte mittels multipler, logistischer Regression ermittelt

Die Schmerzempfindung der Patienten wurde auch im Rahmen der Kontrolluntersuchung nach 3 Monaten untersucht. Wie in Tabelle 11 ersichtlich wird, gaben die Patienten beider Gruppen im 3 Monate Follow Up im Mittel Schmerzwerte <2 auf der NRS an. Ein signifikanter Gruppenunterschied konnte nach 3 Monaten nicht festgestellt werden (p=0,82).

Tabelle 11: Mittelwerte der Schmerzempfindung im 3 Monate Follow Up

	n	Mittelwert	Standard-abweichung	p-Wert
Gruppe R	67	1,75	1,81	
Gruppe L	66	1,49	1,49	0,82

a. p-Werte ermittelt durch t-Test bei unverbundenen Stichproben

6.3 Funktionelle Ergebnisse der Mobilisation

Die Untersuchung der erreichten passiven Flexion lieferte signifikant bessere Ergebnisse in der Gruppe R am POD1 (Gruppe R: $33,4^\circ \pm 12,2$; Gruppe L: $28,4^\circ \pm 10,2$; $p=0,013$) und POD2 (Gruppe R: $45,9^\circ \pm 19,5$; Gruppe L: $36,7^\circ \pm 18,1$; $p=0,007$), sowie für die Gruppe L am POD5 (Gruppe R: $61,2^\circ \pm 30,1$; Gruppe L: $71,4^\circ \pm 20$; $p=0,041$).

Tabelle 12: Übersicht über die erreichten Flexionsgrade der Patienten im zeitlichen Verlauf

		Mittelwert [°]	Standardabweichung	p-Werte ^a
POD1	Gruppe R	33,4	12,2	0,013
	Gruppe L	28,4	10,2	
POD2	Gruppe R	45,9	19,5	0,007
	Gruppe L	36,8	18,1	
POD3	Gruppe R	62,6	12,9	0,056
	Gruppe L	57,3	18,3	
POD4	Gruppe R	59,4	25,7	0,294
	Gruppe L	54,1	31,5	
POD5	Gruppe R	61,9	30,7	0,041
	Gruppe L	71,4	20,1	
POD6	Gruppe R	82,3	13,4	0,242
	Gruppe L	78,9	18,9	
POD7	Gruppe R	86,3	9,0	0,432
	Gruppe L	84,9	7,4	

a. p-Werte ermittelt durch t-Test bei unverbundenen Stichproben

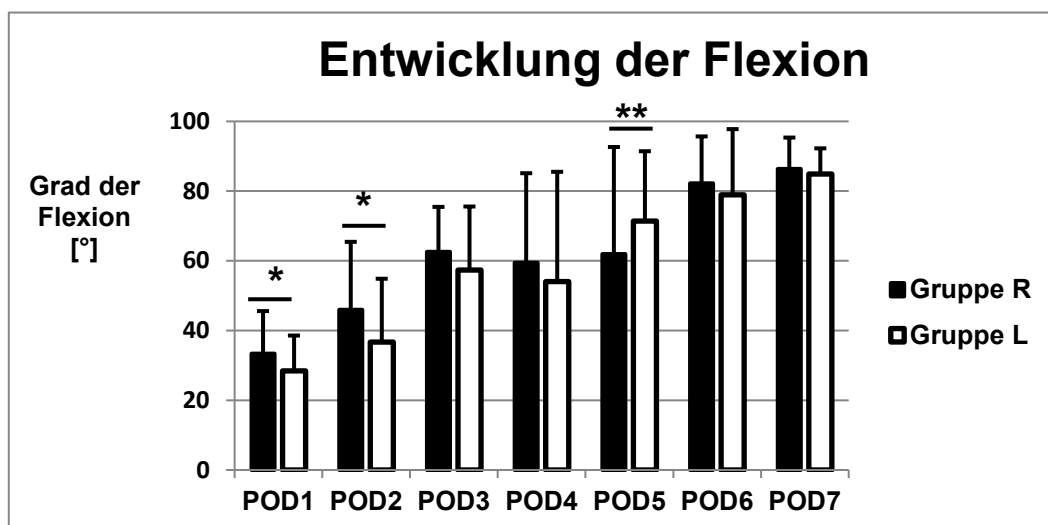


Abbildung 16: Darstellung der Flexionsfähigkeit im zeitlichen Verlauf

*- sign. p-Wert Gruppe R; **-sign. p-Wert Gruppe L; Fehlerbalken - Standardabweichung

Ergebnisse

Allerdings lagen die Mittelwerte der Flexionsfähigkeit in Gruppe R an allen Tagen, ausgenommen am POD5, über denen der Gruppe L. An POD6 und 7 erlangten die Patienten im Durchschnitt $\geq 80^\circ$ Beugungsfähigkeit (Tabelle 12, Abbildung 16).

Anschließend wurde die nicht parametrisch skalierte Mobilisation mittels Mann-Whitney-U-Test (Tabelle 13) für jeden Tag untersucht. Es konnten keine statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede im zeitlichen Verlauf gefunden werden ($p > 0,05$).

Tabelle 13: Mann-Whitney-U-Test (Rangsummentest) und zugehörige asymptotische Signifikanzen

	POD1	POD2	POD3	POD4	POD5	POD6	POD7
Mann-Whitney-U	2160,0	1930,0	2261,5	2123,5	2074,5	2029,0	735,0
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0,604	0,092	0,915	0,576	0,321	0,367	0,962

Zudem wurde die Mobilisation durch einen χ^2 -Test untersucht, indem Mobilisationskategorien für einen OP-Tag aufgestellt und miteinander verglichen wurden. Beispielhaft sollen hier die Mobilisationsstufen am POD2 und am POD6 abgebildet werden.

Tabelle 14: Vergleich der Mobilisationsstufen am POD2

		Stehen vor dem Bett oder schlechtere Mobilität	Gehen im Zimmer/ auf dem Gang	Gesamt
Gruppe R	n	33	36	69
	Erwartete n	27,1	41,9	69,0
	% in der Gruppe	62,3%	43,9%	51,1%
	Residuen	2,1	-2,1	
Gruppe L	n	20	46	66
	Erwartete n	25,9	40,1	66,0
	% in der Gruppe	37,7%	56,1%	48,9%
	Residuen	-2,1	2,1	
Gesamt	n	53	82	135
	Erwartete n	53,0	82,0	135,0
	% in der Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

p-Wert nach χ^2 -Test **0,037**; 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 25,91.

Tabelle 15: Vergleich der Mobilisationsstufen am POD6

		Gehen im Zimmer/ auf dem Gang oder schlechtere Mobilität	Treppensteigen	Gesamt
Gruppe R	n	14	53	67
	Erwartete n	16,8	50,3	67,0
	% in der Gruppe	20,9%	79,1%	100,0%
	Residuen	-2,8	2,8	
Gruppe L	n	19	46	65
	Erwartete n	16,3	48,8	65,0
	% in der Gruppe	29,2%	70,8%	100,0%
	Residuen	2,8	-2,8	
Gesamt	n	33	99	132
	Erwartete n	33,0	99,0	132,0
	% in der Gruppe	25,0%	75,0%	100,0%

p-Wert nach Chi²-Test **0,366**; 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 16,25.

Der einzige statistisch auffällig Unterschied in der Mobilisation der Patienten konnte am POD2 nachgewiesen werden, an dem signifikant häufiger Patienten der Gruppe L die Mobilisationsstufe „Gehen im Zimmer/auf dem Gang“ erreichten (Gruppe R: n=36; Gruppe L: n=46; p=0,037); (Tabelle 14). An allen anderen Tagen konnten keine statistischen Unterschiede festgestellt werden. So erreichten bspw. am POD6 ähnlich viele Patienten einer Gruppe die Mobilisationsstufe „Treppensteigen“ (Gruppe R: n=53; Gruppe L: n=46; p=0,366); (Tabelle 15).

6.4 Ergebnisse der postoperativen Schmerztherapie

6.4.1 Der Schmerzmittelverbrauch

Nachfolgend wurden die gegebenen Schmerzmedikamente im zeitlichen Verlauf dokumentiert. Dabei wurde zunächst die Menge der Opioide betrachtet, die Patienten bei Schmerzen ≥ 4 auf der NRS laut dem PoST-Schma erhielten (s. Anhang). Diese Akutschmerzen wurden mit Oxycodon (Oxygesic akut®, Mundipharma GmbH, Limburg, Deutschland) p.o. behandelt.

Tabelle 16: Oxycodonverbrauch und zugehörige Signifikanzen im zeitlichen Verlauf

		Mittelwert [mg]	Standardabweichung	p-Werte ^a
Oxycodon in PACU	Gruppe R	5,3	11,1	0,176
	Gruppe L	3,1	7,7	
Oxycodon POD1	Gruppe R	4,8	10,2	0,393
	Gruppe L	3,5	7,1	
Oxycodon POD2	Gruppe R	10,9	12,2	0,609
	Gruppe L	9,9	10,0	
Oxycodon POD3	Gruppe R	13,3	11,6	0,496
	Gruppe L	14,6	10,6	
Oxycodon POD4	Gruppe R	16,9	13,4	0,976
	Gruppe L	16,9	12,3	
Oxycodon POD5	Gruppe R	16,0	12,5	0,888
	Gruppe L	15,8	12,3	
Oxycodon POD6	Gruppe R	13,4	12,2	0,900
	Gruppe L	13,1	13,0	
Oxycodon POD7	Gruppe R	10,8	11,8	0,396
	Gruppe L	9,2	9,9	

a. p-Werte ermittelt durch t-Test bei unverbundenen Stichproben

Es konnten im gesamten zeitlichen Verlauf keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in der Einnahme des Opioids Oxycodon festgestellt werden ($p > 0,05$); (Tabelle 16, Abbildung 17). Zu beobachten ist der Anstieg des Oxycodonbedarfs ab dem POD2, da hier die Schmerzkatheter nach und nach entfernt und orale Schmerzmedikation verstärkt eingesetzt wurden.

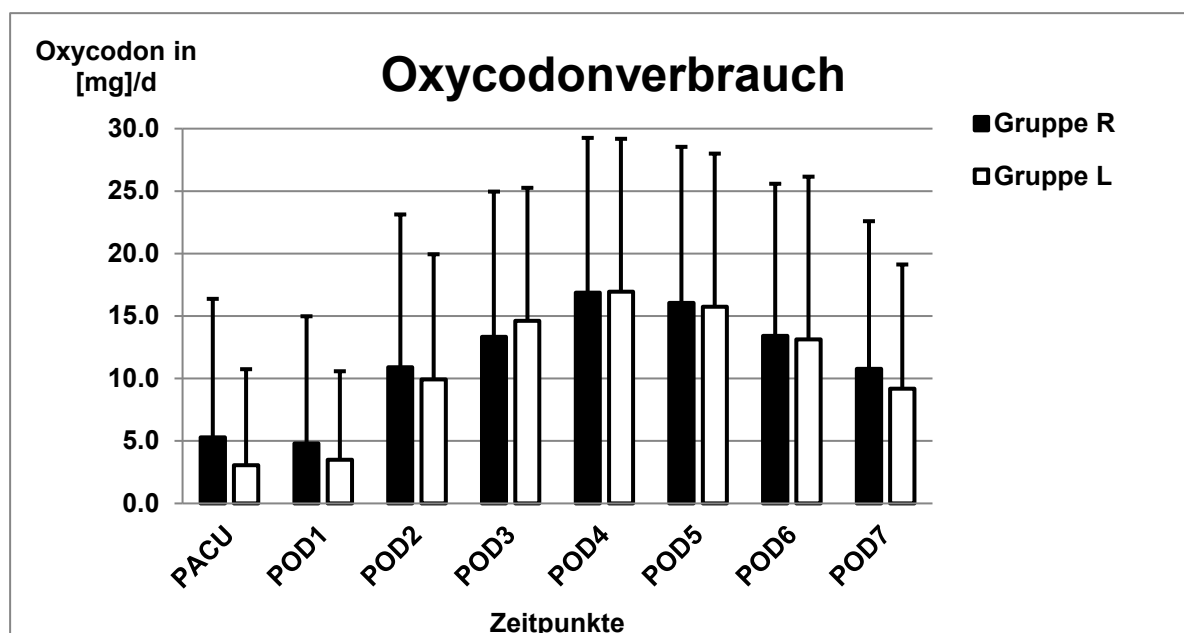


Abbildung 17: Mittelwerte des Oxycodonverbrauchs im zeitlichen Verlauf;
Fehlerbalken - Standardabweichung

Weiterhin wurden die Mengen des verbrauchten Piritramid (Dipidolor®), welches sich die Pateinten i.v. über die PCIA-Pumpe injizieren konnten, untersucht.

Tabelle 17: Piritramidverbrauch via PCIA-Pumpe und zugehörige Signifikanzen im zeitlichen Verlauf

		Mittelwert [mg]	Standardabweichung	p-Werte ^a
Piritramid in PACU	Gruppe R	2,3	5,6	0,165
	Gruppe L	3,7	6,7	
Piritramid POD1	Gruppe R	22,7	19,7	0,001
	Gruppe L	35,3	17,0	
Piritramid POD2	Gruppe R	15,2	16,7	0,009
	Gruppe L	24,1	22,6	
Piritramid POD3	Gruppe R	8,1	15,7	0,917
	Gruppe L	7,8	13,7	
Piritramid POD4	Gruppe R	2,0	9,9	0,895
	Gruppe L	1,8	7,0	

a. p-Werte ermittelt durch t-Test bei unverbundenen Stichproben

Ergebnisse

In Bezug auf die verbrauchten Mengen an Piritramid differieren die Gruppen signifikant voneinander. Es konnte ein statistisch auffällig höherer Konsum der Gruppe L an den POD1 (Gruppe R: $22,7\text{mg} \pm 19,7$; Gruppe L: $35,3\text{mg} \pm 17,0$; $p=0,001$) und POD2 (Gruppe R: $15,2\text{mg} \pm 16,7$; Gruppe L: $24,1\text{mg} \pm 22,6$; $p=0,009$) festgestellt werden (Tabelle 17, Abbildung 19). Dies sind zugleich die entscheidenden Tage, in denen die PCIA-Pumpe überwiegend eingesetzt wurde. An den POD3 und POD4 wurden bei den meisten Patienten die PCIA-Pumpe wieder entfernt. So hatten Patienten der Gruppe L ($76,3\text{mg} \pm 40,4$) auch im Gesamtverbrauch einen höheren Piritramidbedarf als Patienten der Gruppe R ($57,7\text{mg} \pm 31,5$); ($p=0,006$); (Abbildung 18).

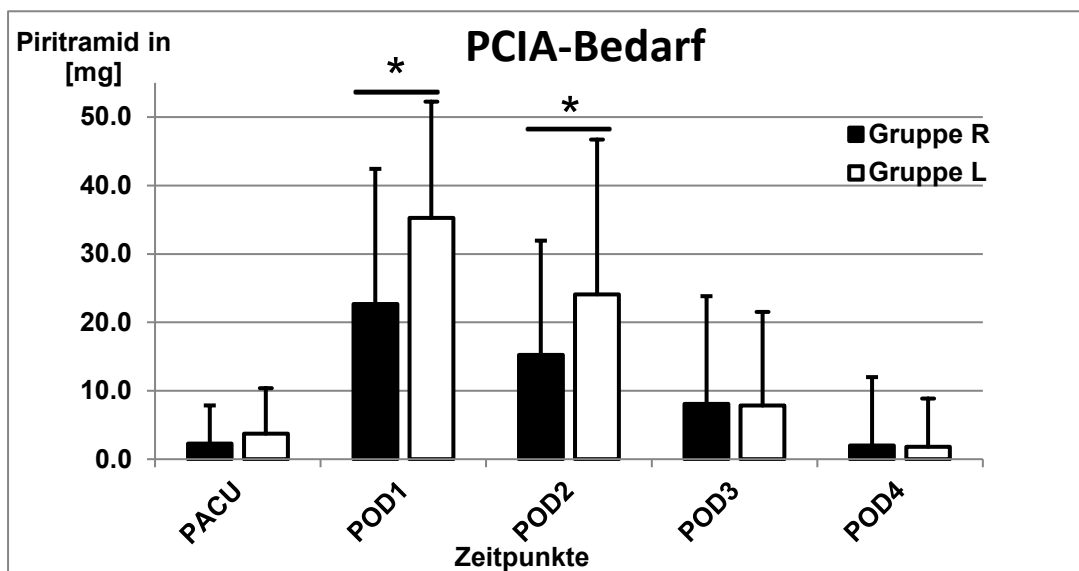


Abbildung 19: Mittelwerte des Piritramidverbrauchs via PCIA im zeitlichen Verlauf

*- Signifikanzen $p < 0,05$; Fehlerbalken - Standardabweichung

Anm.: PCIA-Pumpe wurde bis spätestens zum POD4 entfernt

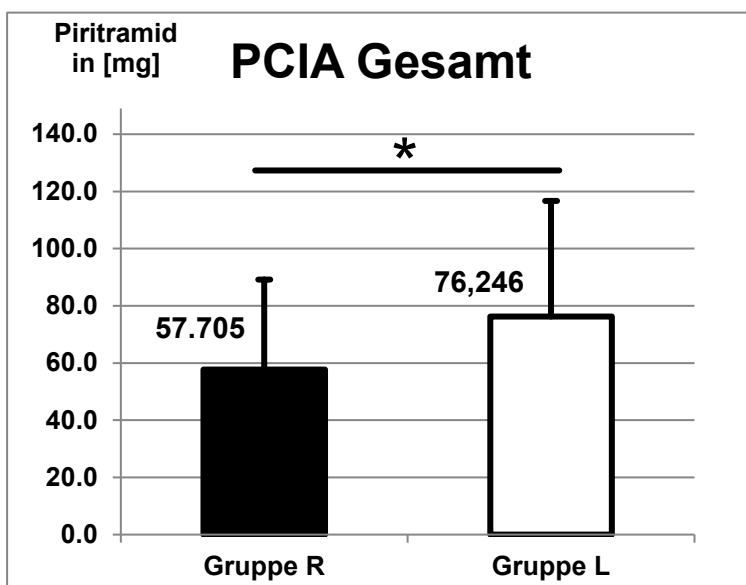


Abbildung 18: Gesamtverbrauch an Piritramid via PCIA

*- Signifikanz: $p = 0,006$; Fehlerbalken-Standardabweichung

Ergebnisse

Tabelle 18: Mittelwerte der Morphinäquivalente und zugehörige Signifikanzen im zeitlichen Verlauf

		Mittelwert [mg]	Standardabweichung	p-Werte ^a
OP-Tag	Gruppe R	4,3	6,8	0,911
	Gruppe L	4,1	5,9	
POD1	Gruppe R	18,4	13,5	0,003
	Gruppe L	26,5	17,7	
POD2	Gruppe R	16,2	12,5	0,021
	Gruppe L	21,8	15,8	
POD3	Gruppe R	12,4	12,1	0,787
	Gruppe L	12,9	9,8	
POD4	Gruppe R	9,9	8,8	0,934
	Gruppe L	9,8	7,4	
POD5	Gruppe R	8,0	6,3	0,889
	Gruppe L	7,9	6,1	
POD6	Gruppe R	6,7	6,1	0,896
	Gruppe L	6,6	6,5	
POD7	Gruppe R	5,4	5,9	0,415
	Gruppe L	4,6	5,0	
Woche 1	Gruppe R	80,9	40,7	0,082
	Gruppe L	94,0	47,0	

a. p-Werte ermittelt durch t-Test bei unverbundenen Stichproben

Nachfolgend wurden die entsprechend gemessenen Verbrauchswerte von Oxycodon und Piritramid in ein zusammenfassendes Morphinäquivalent (i.v.) umgerechnet (s. Tabelle 4). Die Analyse des Morphinäquivalentverbrauchs ergab Folgendes (Tabelle 18):

An den POD1 (Gruppe R: 18,4mg±13,5; Gruppe L: 26,5mg±17,7; p=0,003) und POD 2 (Gruppe R: 16,2mg±12,5; Gruppe L: 21,8mg±15,8; p=0,021) zeigte sich ein signifikant höherer Verbrauch an Morphinäquivalenten in der Gruppe L im Vergleich zu Gruppe R. An diesen beiden Tagen war der absolute Verbrauch in beiden Gruppen am höchsten und nahm in der Folge ab (Abbildung 20). Der Gesamtverbrauch an Morphinäquivalenten stellte sich in der ersten Woche nach OP nicht signifikant höher für die Gruppe L dar (Gruppe R: 80,96mg±40,7; Gruppe L: 94,01mg±47,0; p=0,82), wiewohl diese Gruppe eine Tendenz zu einem höheren Verbrauch aufwies (Abbildung 21).

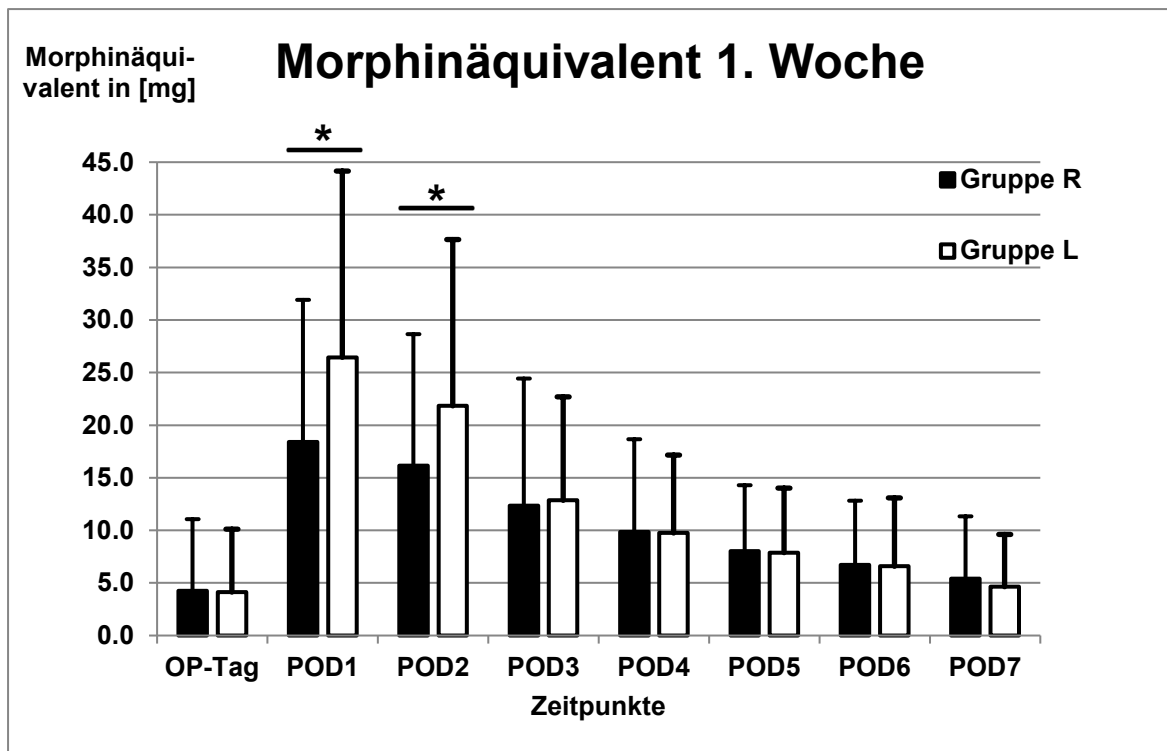


Abbildung 20: Mittelwerte der Morphinäquivalente im zeitlichen Verlauf

*- Signifikanzen $p < 0,05$; Fehlerbalken - Standardabweichung

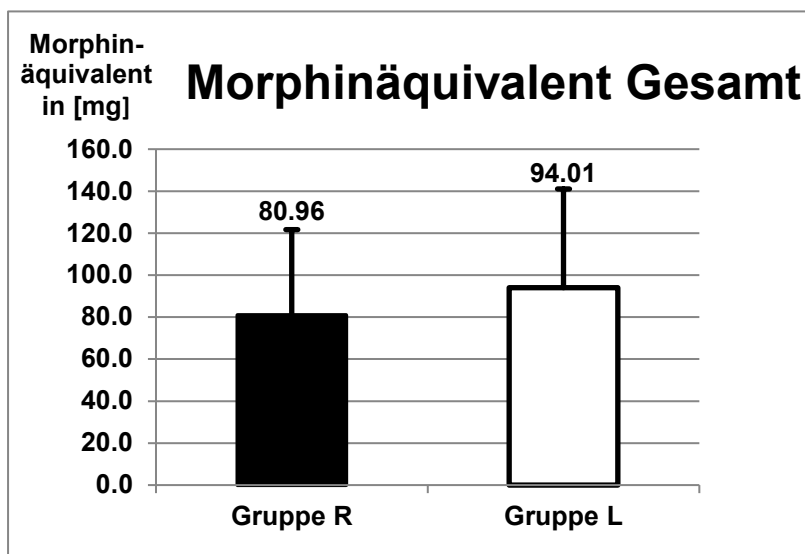


Abbildung 21: Vergleich des Gesamtverbrauchs an Morphinäquivalenten

Fehlerbalken - Standardabweichung

Ergebnisse

6.4.2 Komplikationen

Bezüglich der Komplikationen wurden folgende Ergebnisse ermittelt.

Tabelle 19: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens eines insuffizienten Schmerzkatheters

		Gruppe R	Gruppe L	Gesamt
Katheter suffizient	n	64	65	129
	Erwartete n	66,8	62,2	131,0
	% in der Gruppe	88,9%	97,1%	92,8%
	Residuen	-1,9	1,9	
Katheter insuffizient	n	8	2	10
	Erwartete n	5,2	4,8	8,0
	% in der Gruppe	11,1%	2,9%	7,2%
	Residuen	1,9	-1,9	
Gesamt	n	72	67	139
	Erwartete n	72,0	67,0	139,0
	% in der Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

p-Wert nach Fishers Exakter Test: **0,099**

Zunächst konnte festgestellt werden, dass die regionalen Schmerzkatheter störanfälliger waren, wenn auch nicht signifikant (Gruppe R: n=8; Gruppe L: n=2; p=0,099). 11% aller regionalen Schmerzkatheter wurden im Verlauf insuffizient, dislozierten und nässten oder mussten aufgrund einer entzündeten Einstichstelle vorzeitig entfernt werden (Tabelle 19).

Weiterhin wurden bei 18 Patienten (12,9%) auch Probleme mit der PCIA-Pumpe festgestellt (paravenös gelaufen, Dislokationen, Pumpenzugang entfernt, technische Probleme etc.), jedoch ohne signifikanten Gruppenunterschied (p=1,00).

Ergebnisse

Es konnte gezeigt werden, dass der kombinierte cNFK + PIK signifikant häufiger sensible Defizite (Gruppe R: n=21; Gruppe L: n=0; $p < 0,001$; Tabelle 20) oder motorische Defizite (Gruppe R: n=11; Gruppe L: n=1; $p = 0,01$; Tabelle 21) verursachte. Sensible Defizite wurden dabei als vom Patienten angegebene Sensibilitätsstörungen im Bereich der operierten Extremität angesehen. Motorische Defizite wurden durch eine dokumentierte Quadriceps- o. Ileopectoasschwäche auf der Skala nach Janda $< 4/5$ an der operierten Extremität definiert. Annähernd kein Patient der Gruppe L hatte postoperativ neurologische Auffälligkeiten.

Tabelle 20: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens von sensiblen Defiziten

		Gruppe R	Gruppe L	Gesamt
keine Defizite	n	51	67	118
	Erwartete n	61,1	56,9	118,0
	% in der Gruppe	70,8%	100,0%	84,9%
	Residuen	-4,8	4,8	
sensibles Defizit	n	21	0	21
	Erwartete n	10,9	10,1	21,0
	% in der Gruppe	29,2%	0,0%	15,1%
	Residuen	4,8	-4,8	
Gesamt	n	72	67	139
	Erwartete n	72,0	67,0	139,0
	% in der Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

p-Wert nach Chi²-Test (Pearson) **<0,001**; 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 10,12.

Tabelle 21: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens von motorischen Defiziten

		Gruppe R	Gruppe L	Gesamt
keine Defizite	n	61	66	127
	Erwartete n	65,8	61,2	127,0
	% in der Gruppe	84,7%	98,5%	91,4%
	Residuen	-2,9	2,9	
motorisches Defizit	n	11	1	12
	Erwartete n	6,2	5,8	12,0
	% in der Gruppe	15,3%	1,5%	8,6%
	Residuen	2,9	-2,9	
Gesamt	n	72	67	139
	Erwartete n	72,0	67,0	139,0
	% in der Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

p-Wert nach Chi²-Test (Pearson) = **0,010**; 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 5,78.

Ergebnisse

Es wurde festgestellt, dass 11 Patienten der Gruppe R (15,3%) motorische Defizite entwickelten (Tabelle 21). In vier besonders schweren Fällen (Quadricepsschwäche Janda $\leq 2/5$) wurde ein neurologisches Konsil angeordnet, eine Elektromyografie durchgeführt bzw. die Nervenleitgeschwindigkeit des N. femoralis und N. ischiadicus gemessen. Bei allen Patienten war die Symptomatik in den 3-Monatskontrollen rückläufig und die Muskelkraft kehrte auf Janda 5/5 zurück, sodass ein traumatischer Nervenschaden mit Folgeschäden durch die anästhesiologischen oder operativen Prozeduren ausgeschlossen werden konnte.

Tabelle 22: Übersicht über die Häufigkeit des Auftretens einer tiefen Beinvenenthrombose (TVT)

		Gruppe R	Gruppe L	Gesamt
keine TVT	n	69	61	130
	Erwartete n	67,3	62,7	130,0
	% in der Gruppe	95,8%	91,0%	93,5%
	Residuen	1,1	-1,1	
TVT aufgetreten	n	3	6	9
	Erwartete n	4,7	4,3	9
	% in der Gruppe	4,2%	9,0%	6,5%
	Residuen	-1,1	1,1	
Gesamt	n	72	67	139
	Erwartete n	72,0	67,0	139,0
	% in der Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

p-Wert nach Fishers Exakter Test **0,313**; 2 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 4,34.

Eine der häufigsten Komplikationen nach Knie-TEP, die tiefe Beinvenenthrombose (TVT), wurde in beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich häufig beobachtet (Gruppe R: n=3; Gruppe L: n=6; p=0,252); (Tabelle 22). Patienten, die eine TVT entwickelten, erhielten eine Kompressionssonografie der Beinvenen. Bei positivem Befund wurde mit 15mg Rivaroxaban (Xarelto®) 3x tgl. antikoaguliert und die UE bis zum Abschwellen gewickelt. Danach wurden den Patienten Kompressionsstrümpfe (Klasse II) verordnet.

Schwere Komplikationen, die nicht im direkten Zusammenhang mit der OP standen, traten selten auf: 2 Patienten (1,4%) erlitten eine Lungenembolie, bei einem Patient (0,7%) wurde eine Hospital Acquired Pneumonia (HAP) diagnostiziert.

Auch andere Komplikationen lieferten keine statistischen Unterschiede zwischen den Patientengruppen: Insgesamt trat 23 Mal (16,5% der Patienten) ein opioidbedingtes PONV (p=0,789) auf und 4 Patienten (2,9%) erlitten eine transfusionspflichtige postoperative Anämie (p=0,346). 2 Patienten (1,4%) entwickelten ein postoperatives Delir, welches mittels

kranialer Computertomografie (CCT) ausschließlich diagnostiziert wurde und mit Haloperidol und Lorazepam behandelt wurde.

9 Patienten (6,4%) mussten sich einer Revisions-OP unterziehen, davon 3 Patienten der Gruppe R. Ein Patient der Gruppe L musste zweimal revidiert werden. Die Gründe für die Revisionen waren vielgestaltig. 4 Patienten (2,9%) wurden aufgrund eines akuten periprothetischen Infektes oder anhaltender Wundsekretion revidiert. Im Rahmen dieser Revision erfolgten mikrobiologische und histologische Probenentnahmen, chirurgisches Débridement sowie der Wechsel des Polyethylen-Inlays und die Einlage eines Gentamicin-Schwammes. 4 Patienten (2,9%) wurden geschlossen im Gelenk mobilisiert und bei einem Patienten musste eine fixierte Drainage entfernt werden. Ein Patient (0,7%) aus der Gruppe R stürzte, jedoch ohne bleibende Folgeschäden. Es traten keine intraoperativen Frakturen oder Gefäßverletzungen auf.

6.5 Weiterführende Betrachtungen

Tabelle 23: Übersicht über die Art der Anästhesie in den verschiedenen Gruppen

Anästhesieart		Gruppe R	Gruppe L	Gesamt
Insufflation + Sedierung	n	38	0	38
	% in der Gruppe	55,9%	0,0%	28,1%
ITN geplant	n	22	37	59
	% in der Gruppe	32,4%	55,2%	43,7%
ITN ungeplant	n	7	0	7
	% in der Gruppe	10,3%	0,0%	5,2%
Spa	n	1	30	31
	% in der Gruppe	1,5%	44,8%	23,0%
Gesamt	n	68	67	135
	% in der Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

p-Wert nach Fishers Exakter Test $< 0,001$, Fehlend 4 Patienten aufgrund unvollständiger Dokumentation

Zunächst wurde untersucht, welche Art der Anästhesie in den verschiedenen Gruppen gewählt wurde (Tabelle 23). Wie im Teil Material und Methoden (s. 3.5) geschildert, wurde die Gruppe R überwiegend in Insufflation mit Sedierung (n=38) oder Allgemeinanästhesie („ITN geplant“; n=22) und die Gruppe L entweder mittels Allgemeinanästhesie („ITN geplant“; n=37) oder Spinalanästhesie (n=30) geführt. Interessant ist der Anteil „ITN ungeplant“ in der Gruppe R (Abbildung 22). Diese 7 Patienten (10,3% der Gruppe R) sollten unter Insufflation mit Sedierung geführt werden, aufgrund von Schmerzen oder anderen Gründen mussten die Patienten im Verlauf der Operation mit einem Endotrachealtubus oder einer Larynxmaske versorgt werden. Insgesamt benötigten 44,1% der Gruppe R eine Allgemein- oder Spinalanästhesie.

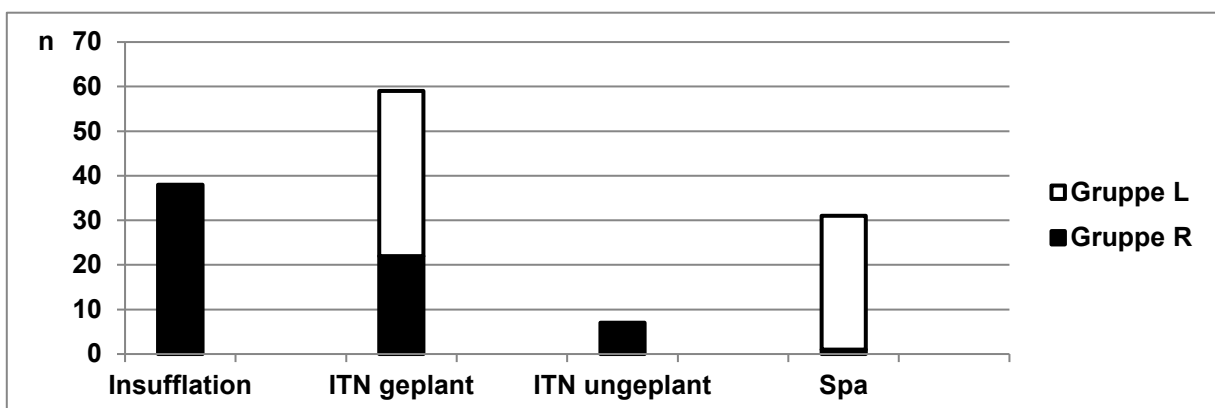


Abbildung 22: Anteilige Darstellung der verschiedenen Anästhesiearten

Ergebnisse

Tabelle 24: Übersicht über die Indikationen zu Knie-TEP

Indikation		Gruppe R	Gruppe L	Gesamt
Varusgonarthrose	n	53	48	101
	% in der Gruppe	73,5%	71,6%	72,5%
Valgusgonarthrose	n	13	18	31
	% in der Gruppe	18,1%	26,9%	22,5%
posttraumatische Gonarthrose	n	4	1	5
	% in der Gruppe	5,6%	1,5%	3,6%
Osteonekrose	n	2	0	2
	% in der Gruppe	2,8%	0,0%	1,4%
Gesamt	n	72	67	139
	% in der Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%

p-Wert nach Fishers Exakter Test **0,240**

Die Analyse der Indikationsstellung für die Knie-TEP ergab keine relevanten Gruppenunterschiede ($p=0,240$); (Tabelle 24). Es konnte festgestellt werden, dass deutlich mehr Patienten mit Varusgonarthrose ($n=101$) als mit einer Valgusgonarthrose ($n=31$) in beiden Gruppen operiert wurden (Abbildung 23). Insgesamt wurden 95% der Patienten wegen einer Gonarthrose versorgt. Bei 5 Patienten erfolgte die Indikation zur OP aufgrund von posttraumatischen Schädigungen, bei 2 Patienten aufgrund von Osteonekrosen.

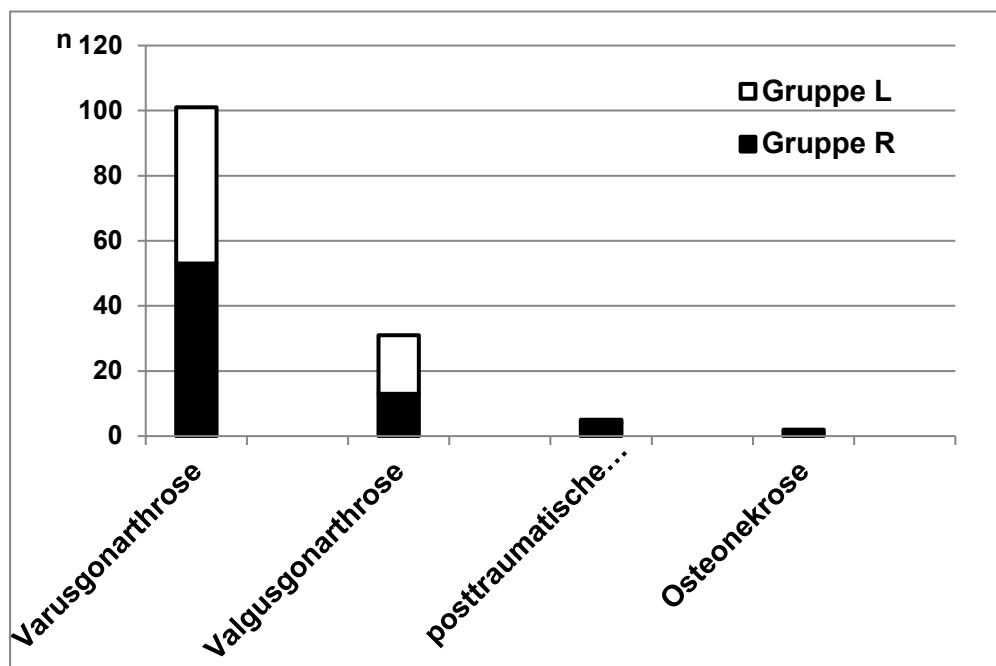


Abbildung 23: Anteilige Darstellung der Indikationen für Knie-TEP

Tabelle 25: Mittelwerte der Dauer der postoperativen VWD

	Gruppe R	Gruppe L
Mittelwert	8,1	8,5
Standardabw.	1,35	2,26

p-Wert: **0,01**; ermittelt durch
unverbundenen t-Test

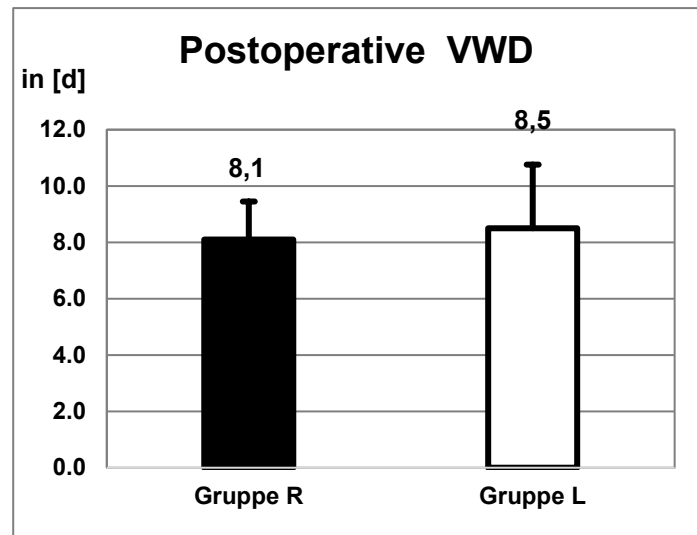


Abbildung 24: Darstellung der postop. VWD in Tagen
Fehlerbalken - Standardabweichung

Die Auswertung der postoperativen Verweildauer (VWD) erfolgte aufgrund des Vergleiches der Mittelwerte mittels unverbundenem t-Test (Tabelle 25). Patienten der Gruppe L wurden signifikant durchschnittlich 0,4 Tage später als Patienten der Gruppe R entlassen (Gruppe R: $8,1 \pm 1,35$; Gruppe L: $8,5 \pm 2,26$; $p=0,01$); (Abbildung 24). Bezüglich der Dauer des gesamten Krankenhausaufenthaltes ergab sich kein signifikanter Unterschied, bei folgenden Verhältnissen: Gruppe R: $8,5 \pm 1,5$; Gruppe L: $8,9 \pm 2,4$ ($p=0,225$).

Ergebnisse

Tabelle 26: Zeitlicher Vergleich der Mittelwerte [min] der verschiedenen Prozedere im OP

	Gruppe R	Gruppe L	p-Werte ^a
Einschleusen – OP-Beginn	61,9	63,3	0,808
Dauer Beginn Anästhesie – OP-Beginn	35,7	40,8	0,281
Anästhesiezeit	157,8	164,1	0,248
Schnitt - Naht	77,1	78,0	0,683
Chirurgische Maßnahmen	118,7	117,3	0,622
Patient im OP	122,0	120,8	0,659
Dauer Naht bis Patient aus Saal	15,4	14,2	0,208
Saalnachbereitung	23,8	24,2	0,883

a. p-Werte ermittelt durch unverbundenen t-Test

Es wurde weiterhin geprüft, ob sich in der Gegenüberstellung des zeitlichen Aufwandes der verschiedenen OP-Prozeduren im unverbundenem t-Test Gruppenunterschiede ergeben (Tabelle 26). Dabei zeigten sich keinerlei charakteristische Differenzen. Die Zeitfenster für Patienten der Gruppe L waren mit denen der Gruppe R vergleichbar ($p > 0,05$); (Abbildung 25).

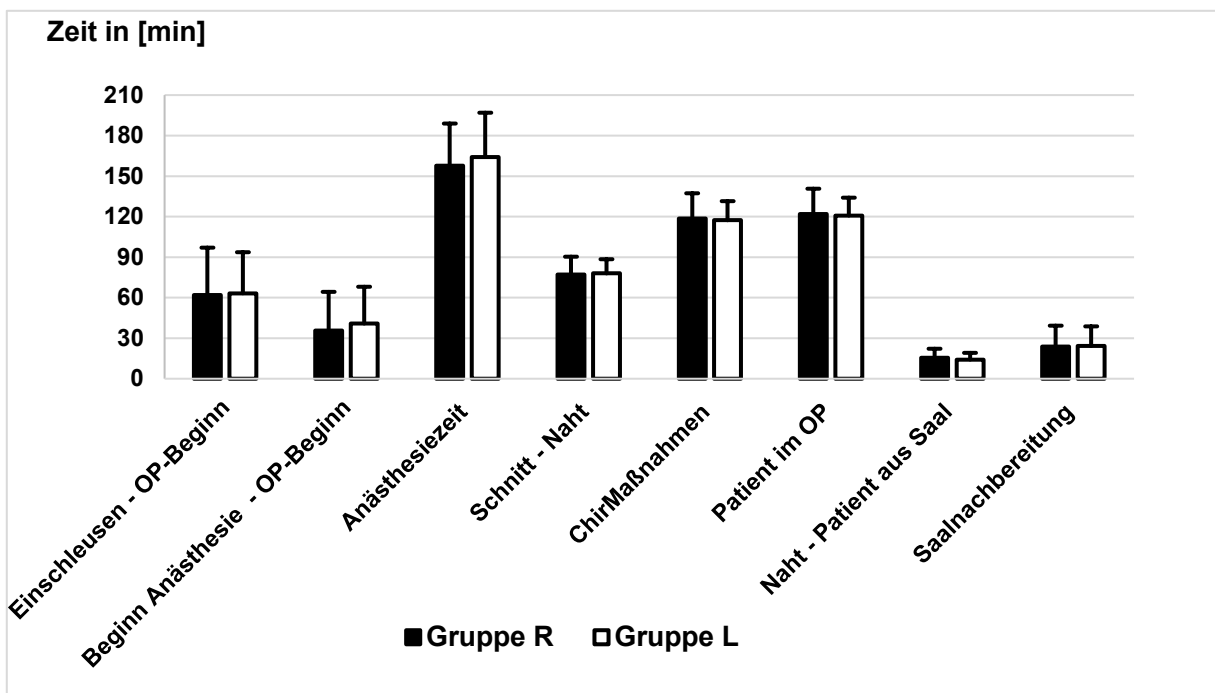


Abbildung 25: zeitliche Gegenüberstellung der verschiedenen OP-Prozeduren
Fehlerbalken - Standardabweichung

6.6 Score-Ergebnisse

In den folgenden Tabellen sind jeweils die Ergebnisse der Knie-Scores dargestellt und zwar im Vergleich der präoperativen Werte und der 3-Monats-Kontrollen.

Zwischen den beiden Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied in der Verteilung der Score-Ergebnisse. Die p-Werte waren alle $p > 0,05$, wodurch die Nullhypothese („Es besteht kein Unterschied zwischen beiden Patientengruppen“) angenommen wurde. In den 3-Monatskontrollen verbesserten sich die Scores in beiden Gruppen.

Tabelle 27: Ergebnisse des Oxford Knee Score und seiner Subscores

		n	Mittelwert	Standardabweichung	p-Werte ^a
pre OKS [0 - 48 Punkte]	Gruppe R	72	23,7	6,1	0,629
	Gruppe L	67	24,1	5,2	
pre OKS Pain Component Subscale [0 - 100 Punkte]	Gruppe R	72	44,7	14,5	0,250
	Gruppe L	67	47,3	11,9	
pre OKS Function Component Subscale [0 - 100 Punkte]	Gruppe R	72	55,7	14,2	0,587
	Gruppe L	67	54,4	13,8	
3Mo OKS [0 - 48 Punkte]	Gruppe R	72	33,0	8,0	0,574
	Gruppe L	67	33,7	6,8	
3Mo OKS Pain Component Subscale [0 - 100 Punkte]	Gruppe R	72	71,8	19,5	0,601
	Gruppe L	67	73,4	17,0	
3Mo OKS Function Component Subscale [0 - 100 Punkte]	Gruppe R	72	64,2	15,1	0,606
	Gruppe L	67	65,5	14,2	

a. p-Werte ermittelt durch unverbundenen t-Test

Der Oxford-Knee-Score und seine Subscores zeigen, dass die Patienten drei Monate nach der Operation über deutlich weniger Schmerzen und Schwierigkeiten bei der Alltagsbewältigung berichten. Es wurde für jede der 12 Fragen des OKS Punkte von 0 [schlechtestes] bis 4 [bestes Ergebnis] vergeben. Der maximale Score-Wert konnte somit 48 Punkte betragen (Murray et al., 2007). Der Subscore OKS Function Component bewertete die Fragen 2,3,7,11,12 und der OKS Pain Component die Fragen 1,4-6,8-10 (s. Anhang). Die Berechnung der Scores wurde durch Standardisierung der Subscores auf einer Skala von 0-100 vorgenommen. Dazu wurden die Punktwerte des OKS Function Component mit einem Faktor 5 und die Ergebnisse des OKS Pain Component mit dem Faktor 3,57 multipliziert (Harris et al., 2013). In den 3-Monatskontrollen wurden von Patienten beider Gruppen höhere Score-Werte angegeben (Tabelle 27).

Ergebnisse

Tabelle 28: Ergebnisse des EQ-5D-3L Score

		n	Mittelwert	Standardabweichung	p-Werte ^a
pre EQ-5D-3L [0 - 100 Punkte]	Gruppe R	72	56,8	15,9	0,520
	Gruppe L	67	55,1	15,6	
3Mo EQ-5D-3L [0 - 100 Punkte]	Gruppe R	72	74,8	15,3	0,893
	Gruppe L	67	75,1	14,5	

a. p-Werte ermittelt durch unverbundenen t-Test

Die Patienten beider Gruppen drückten in ihren Ergebnissen des EQ-5D-3L Score einen Zugewinn an Lebensqualität durch die Operation aus (Tabelle 28). Dieser Effekt blieb unabhängig von den Studiengruppen ($p > 0,05$). Die Berechnung des EQ-5D-3L erfolgte nach einem komplexen Algorithmus, wie von Greiner et al. (2005) beschrieben, indem für die Erfüllung bzw. Nichterfüllung einer Kategorie ein bestimmter Punktwert addiert bzw. subtrahiert wurde.

Tabelle 29: Ergebnisse des UCLA-Aktivitätsscore

		Median	Mittelwert	95% Konfidenz- intervall Untergrenze	95% Konfidenz- intervall Obergrenze	Standardabweichung	p-Werte ^a
pre UCLA Activity Score [1 - 10 level]	Gruppe R	4	4,24	3,95	4,52	1,228	0,633
	Gruppe L	4	4,13	3,82	4,45	1,278	
3Mo UCLA Activity Score [1 - 10 level]	Gruppe R	5	4,96	4,62	5,30	1,429	0,992
	Gruppe L	5	4,96	4,59	5,32	1,502	

a. p-Werte ermittelt durch unverbundenen t-Test

Die Gesamtaktivität der Patienten, die im UCLA-Score abgefragt wurde, war in beiden Gruppen drei Monate postoperativ höher als präoperativ. Unterschiede zwischen beiden Gruppen waren nicht signifikant (Tabelle 29).

7 Diskussion

7.1 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Der in der vorliegenden Arbeit erfolgte Vergleich von regionalem und lokalem Schmerzkatheter zeigte folgende Wesentliche Ergebnisse:

1. Die Patienten mit kombinierten NFK und PIK berichteten in Ruhe im Durchschnitt über eine geringere Schmerzstufe am OP-Tag ($p=0,014$) und am Morgen des POD1 ($p=0,013$), danach waren beide Gruppen hinsichtlich der Schmerzangabe vergleichbar (s. Abbildung 14).
2. Es zeigte sich ein signifikant höherer Verbrauch an Morphinäquivalenten am POD1 ($p=0,003$) und POD2 ($p=0,021$) in der Gruppe L (LIA + lokalen Schmerzkatheter) (s. Abbildung 20).
3. 15,3 % der Patienten mit kombinierten NFK und PIK hatten motorische Defizite über den POD2 hinaus (s. Tabelle 21). In den 3-Monatskontrollen zeigten sich bei den betroffenen Patienten keine motorischen Beeinträchtigungen.
4. 44,1 % der Patienten mit kombinierten NFK und PIK benötigten zur OP zusätzlich eine Vollnarkose oder Spinalanästhesie (s. Tabelle 23)

Die Operation der Knie-TEP hat zweifelsohne eine starke Bedeutung für die Behandlung der häufig auftretenden Gonarthrose in der orthopädischen Endoprothetik. Es bedarf eines suffizienten perioperativen Schmerzmanagements, um beste Ergebnisse für die Patienten im Sinne einer frühzeitigen Schmerzerleichterung und Mobilisation sowie einer schnellen Rehabilitation zu erzielen. Ist die Entwicklung der Knie-TEP nach Gonarthrose weiter einem progredienten Fortschritt unterworfen, können selbst kleine Verbesserungen im Management zu großen Benefits für die Patienten führen (Widmer et al., 2012).

7.2 Vergleich der vorliegenden mit externen Ergebnissen

Die Ergebnisse von bereits durchgeführten Studien, die sich mit ähnlichen Forschungsfragen auseinandersetzten, liefern ein ambivalentes Bild der Darstellung verschiedener anästhesiologischer Methoden. Einige der Arbeiten berichten von sehr qualitativen Resultaten der LIA und des lokalen Schmerzkatheters hinsichtlich Schmerzwerten, Schmerzmittelverbrauch und Mobilität, die nahelegen, dass Patienten durch diese einfache Technik einen schnellen Heilungsprozess und eine rasche Mobilisierung erfahren. Eine Übersicht über die untersuchten Studien ist am Ende dieses Kapitels (Tabelle 30, Tabelle 31) abgebildet.

Eine der ersten Arbeiten, die sich überhaupt mit dem Vergleich regionaler und lokaler Schmerzkatheter nach Knie-TEP beschäftigte, war die Studie von Toftdahl et al. (2007). Sie

analysierten zwei Gruppen aus einer Gesamtheit $n=80$ Patienten. Die erste Gruppe ($n=40$) wurde mit einem NFK versorgt, der nach einem Bolus von 20 ml Ropivacain 1%, mit 10ml/h Ropivacain 0,2% über 48h befahren wurde. Die zweite Gruppe erhielt aus einem Gemisch aus 150 ml Ropivacain 0,2%, 1 ml Ketorolac 3% und 1 ml Adrenalin 0,05% drei lokale Injektionen intraoperativ und über einen intraartikuläre Schmerzkatheter zwei Boli desselben Schmerzmittelgemisches postoperativ. Eine Drainage und der Schmerzkatheter wurden ins laterale Gelenkkompartiment eingelegt. Die Gruppe mit den lokalen Injektionen hatte signifikant geringere NRS-Schmerzwerte ($p=0,001$) und einen geringeren Opioidkonsum ($p=0,02$) am POD1. Zudem verfügten diese Patienten über eine längere Gehstrecke ($p=0,02$) und eine geringere Quadricepsschwäche ($p=0,002$) am POD1-2. Keine Unterschiede zwischen den Gruppen konnten in Bezug auf Komplikationen oder die Dauer des Krankenhausaufenthaltes gefunden werden ($p>0,05$).

Moghtadaei et al. (2014) untersuchten die vorliegende Problematik in einer prospektiven randomisierten und doppelt-verblindeten Studie, in die sie 40 Patienten einschlossen und in zwei Gruppen aufteilten. Die Gruppe der regionalen Anästhesie erhielt single-shot 20 ml Ropivacain 1%, die Gruppe der lokalen Anästhesie erhielt aus einem Gemisch (300 mg Ropivacain, 30 mg Ketorolac und 0,5mg Adrenalin) drei Injektionen intraoperativ. Es konnte festgestellt werden, dass in den ersten 24h nach OP die Gruppe LIA signifikant weniger Morphinäquivalent (10mg) als die Gruppe mit der regionalen Anästhesie (12,5 mg) benötigte ($p<0,017$). Dieser Unterschied zwischen den Gruppen im Schmerzmittelverbrauch glich sich nach 48h am POD2 an. Bezüglich der Schmerz-Scores (WOMAC, CHAMPS), der Zeit bis zur Mobilisierung und den Komplikationen, konnte diese Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen finden ($p\text{-Wert} >0,05$). Moghtadaei et al. (2014) geben durch ihre Studie Hinweise darauf, dass beide Verfahren eine suffiziente Schmerzhemmung bieten und zumindest als vergleichbare Methoden angewendet werden können.

Ähnliche Ergebnisse fanden auch (Reinhardt et al., 2014) in ihrer prospektiv randomisierten und doppelt-verblindeten Studie mit 102 Patienten. Sie untersuchten Unterschiede in der Schmerztherapie zwischen zwei Gruppen. Die erste Gruppe aus 45 Patienten erhielt neben einer kombinierten Spinal-Epiduralanästhesie mit einer epiduralen Applikation (500ml aus Hydromorphon 0,001% und Bupivacain 0,006%) eine single-shot-NFK-Injektion von 30 ml Bupivacain 0,25%, sowie postoperativ einen epiduralen Schmerzkatheter mit 0,25% Bupivacain 4 ml/h über 48h. Die zweite Gruppe erhielt eine Spinalanästhesie (12,5mg Bupivacain) und postoperativ einen lokalen Schmerzkatheter mit 0,2% Ropivacain 7 ml/h. In der Gruppe des lokalen Schmerzkatheters wurden signifikant niedrigere Schmerzwerte in den ersten 24h postoperativ gefunden ($p=0,008$). Nach 24h wurden gleichwertige Ergebnisse in beiden Gruppen gefunden. Der Opioidverbrauch war in der Gruppe mit lokalem

Schmerzkatheter (17,7mg Morphinäquivalent) in den ersten 24h höher, als in der Gruppe der regionalen Anästhesie (5,9mg); (p-Wert: <0,001). Der Verbrauch näherte sich über die gesamte Zeit an. Zudem waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich Komplikationen oder Krankenhausaufenthalt erkennbar. Das funktionelle Outcome war in beiden Gruppen übereinstimmend hinsichtlich Quadricepsstärke und Knee Society- sowie WOMAC-Score (p>0,05). Die Autoren schlussfolgern, dass der lokale Schmerzkatheter eine mindestens gleichwertig effektive und sichere Alternative zur Epiduralanalgesie plus single-shot NFK ist.

Kutzner et al. (2015) führten eine prospektiv randomisierte Untersuchung zum Vergleich beider Verfahren durch. Es wurden 120 Patienten in zwei Gruppen à 60 Patienten aufgeteilt. Die erste Gruppe erhielt einen cNFK, der mit Ropivacain 0,2% 8 ml/h bis zum POD3 befahren wurde. Der zweiten Gruppe wurde ein Gemisch aus 200 ml Ropivacain 0,75% und 2 ml Morphin 1% über einen lokalen Schmerzkatheter mit einer Flussrate 8 ml/h über 44h infiltriert. Es waren keine statistisch auffälligen Unterschiede der Schmerzintensitäten auf der NRS zwischen den Gruppen erkennbar (p>0,05). Auch die Auswertung der Resultate für die Flexionsfähigkeit (p=0,09), dem durchschnittlichen Opioidbedarf (p=0,71) oder der Dauer des Krankenhausaufenthaltes (p>0,05) zeigten keine signifikanten Unterschiede. Statistisch bedeutsam scheint im Bereich Mobilisation eine verbesserte Flurmobilisation am POD2 für die Gruppe mit dem lokalen Schmerzkatheter zu sein (p<0,001). Die Autoren schließen damit, dass laut den Daten ihrer Studie in keinem der beiden Verfahren ein therapeutischer Vorteil nachweisbar sei und sowohl der cNFK, wie der lokale Schmerzkatheter zumindest gleichwertig effektive Therapieoptionen darstellten. Die Ergebnisse decken sich zumindest in großen Teilen mit der vorliegenden Arbeit. Einschränkend muss angemerkt werden, dass die Studie von Kutzner et al. (2015) nicht verblindet durchgeführt wurde und dadurch Verzerrungen der Patientenergebnisse aufgetreten sein könnten. Außerdem wurden keine mittel- oder langfristigen Daten in die Arbeit einbezogen.

Widmer et al. (2012) werfen in ihrer Studie die Frage auf, ob eine lokale Wundinfiltration allein ausreichend ist. Dazu verglichen die Autoren zwei Patientengruppen miteinander, die entweder nur mit einer LIA oder einer LIA mit zusätzlichem sNFK versorgt wurden. Die erste Gruppe (n=27) erhielt einen sFNK-Bolus 30 ml Ropivacain 0,375% präoperativ. Bei beiden Gruppen wurde eine intraoperative Wundinfiltration mit 100 ml Ropivacain 0,2% und 0,5 mg Adrenalin vorgenommen. Die zweite Gruppe (n=28) wurde aus lokalanästhetischer Sicht nur mit dieser Wundinfiltration behandelt. Es wurde festgestellt, dass die Gruppe die zusätzlich einen sNFK erhalten hatte, einen statistisch auffällig geringeren Opioidkonsum in den ersten 24h nach OP aufwies (p<0,01). Weiterhin konnte auch diese Arbeitsgruppe keine weiteren Signifikanzen hinsichtlich Schmerzempfinden (p=0,74), Mobilität (p=0,69) oder in klinischen

Scores (Oxford Knee Score, Knee Society Score, WOMAC, SF-36); ($p > 0,05$) zeigen. Limitationen dieser Arbeit wurden in der geringen Fallzahl, der Nichtbeachtung von Komplikationen und dem Fehlen einer NRS zur Schmerzdokumentation angegeben. Sie verdeutlicht jedoch, dass die LIA eine suffiziente Schmerzhemmung bietet und der Zusatznutzen eines sNFK eher gering ausfällt.

Uesugi et al. (2014) verglichen in einer randomisierten, doppelt-verblindeten, prospektiven Studie die schmerzhemmende Wirkung von kombinierten single-shot NFK und PIK mit einer lokalen Schmerzinfiltration. Insgesamt 210 Patienten wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. Für den sNFK wurde eine Bolusinjektion von 20ml Ropivacain 0,75% injiziert und als single-shot PIK wurden zusätzlich 10 ml Ropivacain 0,75% gegeben. Beide regionalanästhetische Verfahren wurden postoperativ durchgeführt. Die zweite Gruppe erhielt eine LIA aus 40 ml, einer Lösung, die 20 ml Ropivacain 0,75%, 0,3mg Adrenalin, 5-10mg Morphin und 3,3mg Dexamethason enthielt. In den ersten 6h nach OP war der kombinierte sNFK+sPIK der LIA hinsichtlich NRS-Schmerzwerte ($p = 0,003$) und Opioidverbrauch ($p = 0,007$) überlegen. Nach 24h wechselte das Verhältnis und es konnten signifikant geringere Schmerzwerte ($p = 0,002$) und Opioidbedarf ($p = 0,027$) für die LIA-Gruppe gefunden werden. Zudem wurde eine bedeutend höhere Rate an motorischen Defiziten in der Gruppe sNFK+sPIK beschrieben ($p < 0,001$). Keine statistisch bedeutsamen Differenzen konnten bezüglich der Schmerzintensitäten zu anderen Zeitpunkten oder sonstigen Komplikationen gefunden werden ($p > 0,05$). Gründe, warum die Gruppe mit kombinierten sNFK+ sPIK kurz nach OP ein besseres Outcome hatte, nennen die Autoren nicht.

Die prospektiv randomisierte, doppelt-verblindete Vergleichsstudie von Fan et al. (2016) kommt zu folgenden Ergebnissen: Es wurden knapp 80 Patienten untersucht, die präoperativ einen Bolus von 20 ml Ropivacain 0,5% injiziert bekamen. Die Ergebnisse dieser Gruppe wurden mit ca. 80 Patienten verglichen, die mit einem Gemisch von 50 ml (1ml Morphin 1%, 10 ml Ropivacain 1%, 1ml Betamethason 0,7%) eine periartikuläre LIA erhielten. Die Gruppe, die mit der lokalen Infiltration versorgt worden war, zeigte signifikant niedrigere Schmerzwerte in den ersten 24h ($p = 0,01$). In den Tagen danach konnte kein statistisch auffälliger Unterschied nachgewiesen werden. Auch in Bezug auf den Opioidkonsum, die Beweglichkeit, die klinischen Scores, wie dem Knee Society Score, der Hospitalisierungszeit und den Komplikationen lieferten beide Anästhesieverfahren ähnliche Ergebnisse. Die Autoren schlussfolgern, dass eine lokale Infiltration annähernd gleich effektiv und sicher wie die single-shot Femoralisblockade ist.

Ein vergleichsweise ähnliches Studiendesign, wie in der vorliegenden Studie, wurde von (Spanghel et al., 2015) gewählt. Diese Arbeitsgruppe analysierte 160 Patienten, aufgeteilt in zwei Studienkohorten. Die erste Gruppe erhielt sowohl einen single-shot NFK mit 30ml

Ropivacain 0,5% und einen single-shot PIK mit 10 ml Ropivacain 0,5%, als auch einen kontinuierlichen NFK, der mit 0,2% Ropivacain 6-12ml/h über 48h befahren wurde. Die zweite Gruppe erhielt eine LIA mit 120 ml eines Gemisches aus gewichtsadaptierten 200-400 mg Ropivacain, 100-300 µg Adrenalin, 30 mg Ketorolac und 5 mg Morphinsulfat. Der durchschnittliche Schmerzscore unterschied sich nur am Tag der Operation, an dem die NFK-Gruppe über signifikant weniger Schmerzen berichtete ($p=0,02$). Auch der Opioidkonsum der NFK-Gruppe war am Tag der Operation geringer, als in der LIA-Gruppe ($p<0,001$). Hinsichtlich der Komplikationen gab es keine Gruppenunterschiede, außer, dass die NFK-Gruppe eine höhere Rate insuffizienter Quadriceps-Funktionen zeigte. Es waren in der LIA-Gruppe am POD1 signifikant mehr Patienten fähig ihr Bein zu strecken, als in der NFK-Gruppe ($p<0,001$), was letztlich zu einer früheren Entlassung der Patienten der LIA-Gruppe führte ($p=0,02$). Die Studie von Spangehl et al. (2015) war nicht verblindet und untersuchte nicht die NRS-Werte der Patienten in Bewegung. Dennoch konnte sie ähnliche Ergebnisse - wie die vorliegende Arbeit - präsentieren. Offensichtlich scheint die Verwendung eines kombinierten NFK + PIK ein günstiger Faktor für die Schmerzfreiheit von Patienten nach Knie-TEP zu sein.

Diskussion

Tabelle 30: Darstellung der Methodik der Studien zum Vergleich Regionalanästhesie vs. Lokalanästhesie nach Knie-TEP

	n	Gruppe R sNFK	Gruppe R cNFK	Gruppe L LIA	Gruppe L Katheter
vorliegende Studie	139	sNFK: 30 ml 0,5% Ropivacain sPIK: 20 ml 1,5% Prilocain	cNFK + PIK je Ropivacain 0,2%, 6ml/h über 72 h	50 ml Ropivacain 2%	350 ml Ropivacain 2%, 8 ml/h über 44 h
Toftdahl et al. (2007)	80	20 ml Ropivacain 1%	10 ml/h Ropivacain 0,2% über 48 h	150 ml Ropivacain 0,2%, 30mg Ketorolac, 0,5 mg Adrenalin	-
Moghtadaei et al. (2014)	40	20 ml Ropivacain 1%	-	150 ml Ropivacain 0,2%, 30 mg Ketorolac, 0,5 mg Adrenalin	-
Reinhardt et al. (2014)	102	500 ml aus Hydromorphon 0,001%, Bupivacain 0,006% epidural, sNFK: 30 ml Bupivacain 0,25%	0,25% Bupivacain 4 ml/h über 48 h epidural	-	0,2% Ropivacain 7 ml/h
Kutzner et al. (2015)	120	-	Ropivacain 0,2% 8 ml/h über 48 h	-	200 ml Ropivacain 0,75%, 2 ml Morphin 1%, 148 ml NaCl, 8 ml/h über 44 h
Widmer et al. (2012)	55	30 ml Ropivacain 0,375% + LIA 100 ml Ropivacain 0,2% und 0,5 mg Adrenalin	-	100 ml Ropivacain 0,2% und 0,5 mg Adrenalin	-
Spangehl et al. (2015)	160	sNFK: 30 ml Ropivacain 0,5% sPIK: 10 ml Ropivacain 0,5%	0,2% Ropivacain 6-12 ml/h über 48 h	120 ml: 200-400 mg Ropivacain, 100-300 µg Adrenalin, 30 mg Ketorolac, 5 mg Morphinsulfat	-
Uesugi et al. (2014)	210	sNFK: 20 ml Ropivacain 0,75% sPIK: 10 ml Ropivacain 0,75%	-	20 ml Ropivacain 0,75%, 0,3 mg Adrenalin, 5-10 mg Morphin, 3,3 mg Dexamethason	-
Fan et al., (2016)	160	20 ml Ropivacain 0,5%	-	50 ml: 1 ml Morphin 1%, 10 ml Ropivacain 1%, 1 ml Betamethason 0,7%	-

Diskussion

Tabelle 31: vereinfachte Darstellung der Ergebnisse der Studien zum Vergleich Regionalanästhesie vs. Lokalanästhesie nach Knie-TEP

	NRS niedriger	Opioid- verbrauch niedriger	Mobilität besser	Motorische Komplikati- onen	Sonstige Komplika- tionen	Kranken- haus- aufenthalt kürzer	klin. Scores
vorliegende Studie	R	R	-	R	-	-	-
Toftdahl et al. (2007)	L	L	L	R	-	-	?
Moghtadaei et al. (2014)	-	L	-	-	-	?	-
Reinhardt et al. (2014)	L	R	-	-	-	-	-
Kutzner et al. (2015)	-	-	L	?	?	L	?
Widmer et al. (2012)	?	R	-	?	-	?	-
Spangehl et al. (2015)	R	R	L	R	-	L	?
Uesugi et al. (2014)	-	-	?	R	-	?	?
(Fan et al., 2016)	L	-	-	?	-	-	-

R - Regionalanästhesie (Gruppe R); L- Lokalanästhesie (Gruppe L); - kein Gruppenunterschied; ? - nicht untersucht

Die Ergebnisse dieser Studien weichen, zumindest in Teilen, von den Resultaten der vorliegenden Arbeit ab. In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass die Anwendung von unterdimensionierter LIA + lokalem Schmerzkatheter nach Knie-TEP eine signifikant höhere Schmerzintensität in den ersten 24h nach OP aufwies ($p=0,014$), (Abbildung 14) und der Verbrauch an Morphinäquivalenten v.a. durch die PCIA, bedingt an den POD 1 ($p=0,003$) und POD2 ($p=0,021$), höher lag (Abbildung 20). Das bedeutet, dass Patienten unmittelbar

nach der Operation der Knie-TEP stärkere Schmerzen hatten und in der Folge häufiger die Möglichkeit nutzten, sich Schmerzmittel zu injizieren oder anzufordern. Zudem fiel die Beugungsfähigkeit an den ersten Tagen nach der Operation in der Gruppe L schlechter aus, als in der Gruppe R (POD1: Gruppe R: $33,4^{\circ} \pm 12,2$; Gruppe L: $28,4^{\circ} \pm 10,2$; $p=0,013$ und POD2: Gruppe R: $45,9^{\circ} \pm 19,5$; Gruppe L: $36,7^{\circ} \pm 18,1$; $p=0,007$), (Abbildung 16). Eine mögliche Ursache der eingeschränkten Beugefähigkeit könnte in den größeren Schmerzen der Patienten der Gruppe L begründet liegen.

Eine direkte Erklärung für aufgetretene Diskrepanzen der Resultate der vorliegenden Arbeit, mit den Ergebnissen der oben genannten Vergleichsarbeiten, ist nicht offensichtlich. Einschränkend muss festgestellt werden, dass einige der vorliegenden Studien mit relativ geringen Fallzahlen arbeiteten und durch unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Technik der lokalen Infiltration, wie auch der Zusammensetzung der systemischen Analgesie, nur bedingt mit der vorliegenden Studie vergleichbar sind.

Eine denkbare Erklärung wäre, dass die LIA in der vorliegenden Studie mit nur 50 ml Ropivacain 2% möglicherweise unterdimensioniert war, während in den meisten der zitierten Arbeiten eine Reihe von Medikamenten zur Anwendung kam (s. Tabelle 30). Im Vordergrund der vorliegenden Arbeit sollte die Untersuchung des lokalen Schmerzkatheters und nicht der LIA stehen. Im Gegensatz dazu wurde die Regionalanästhesie in der vorliegenden Studie mit einem kombinierten cNFK + PIK sehr gewissenhaft geführt, wohingegen in anderen Studien ein alleiniger cNFK oder nur single-shot Boli (sNFK) gegeben wurden. Studien, die in ihrem Management einen kombinierten NFK + PIK verwendeten, wie Uesugi et al. (2014), Spangehl et al. (2015) oder die vorliegende Arbeit, konnten gute Ergebnisse im Outcome der Patienten erzielen. In keiner der hier genannten Untersuchungen wurde, wie in der vorliegenden Arbeit, zusätzlich ein NOB verwendet. Dies könnte zur Folge haben, dass besonders posterolaterale Areale am Knie durch die Schmerzhemmung nicht adäquat abgedeckt wurden. In den Arbeiten von Toftdahl et al. (2007) und Moghtadaei et al. (2014) wurden die supplementären Analgetika-Applikationen von einer Krankenschwester vorgenommen, was nicht notwendigerweise die Schmerzmedikation, die der Patient sich selbst mittels PCIA verabreicht hätte, widerspiegelt.

Aufgrund der in den zitierten Arbeiten von Toftdahl et al. (2007), Moghtadaei et al. (2014) und Fan et al. (2016) gefundenen Überlegenheit der LIA gegenüber Formen der regionalen Schmerzstillung scheinen der lokalen Wundinfiltration nach Knie-TEP besondere Bedeutung auf die Schmerzfreiheit zu haben.

In der Literatur findet man relativ eindeutige Hinweise darauf, dass durch die Lokalanästhesie eine schnellere Mobilisation erreicht werden kann. Dies scheint nicht

überraschend, da die LIA oder ein lokaler Schmerzkatheter im Gegensatz zum NFK nicht das motorische System hemmen. In der vorliegenden Arbeit konnten wir ähnliche Resultate nur für den POD2 nachweisen. Zu allen anderen Zeitpunkten konnten keine signifikanten Unterschiede in der Mobilisation der Patienten beobachtet werden. Dies könnte darin begründet liegen, dass die Patienten der Gruppe R weniger Schmerzen erfuhren.

In Bezug auf die Komplikationen der OP sowie dem Outcome verschiedener klinischer Scores gibt es sowohl in der einschlägigen Literatur, wie auch in der vorliegenden Arbeit keine signifikanten Unterschiede für eine der Analgesiemethoden, sodass angenommen werden kann, dass beide Verfahren gleichwertig sind (s. 4.4.2). Eine Ausnahme sind die auch in der vorliegenden Arbeit nachgewiesene höhere Rate an motorischen Defiziten durch Verwendung der Regionalanästhesie (s. Tabelle 21).

Zwei der analysierten Arbeiten konnten nachweisen, dass durch die Verwendung des lokalen Katheters der Krankenhausaufenthalt der Patienten signifikant verringert werden konnte (s. Tabelle 31). Die vorliegende Arbeit liefert für diese Feststellung keine Evidenz (s. Tabelle 25). Ein nicht unerheblicher Bias stellte hierbei die Wartezeit auf Verlegung in eine Rehabilitationsklinik, bedingt durch das deutsche Vergütungssystem, dar. Doch es erscheint sinnvoll, dass bei einer schnelleren Mobilisation der Patienten auch eine frühere Entlassung möglich ist.

Die technisch herausfordernde Anlage und die Anfälligkeit des NFK stellen Problematiken dar, die auch in künftigen Studien diskutiert werden sollten. In unserer Untersuchung traten in immerhin 11% der Fälle Insuffizienzen der Regionalkatheter auf (s. Tabelle 19).

Um die Frage nach dem besten perioperativen Schmerzmanagement abschließend zu beantworten, wird es größerer Untersuchungen oder Metaanalysen mit höheren Fallzahlen bedürfen. Einen ersten Versuch, diese Lücke zu schließen, unternahmen Yun et al. (2015). In ihrer Metaanalyse untersuchten sie 9 Studien mit 782 Patienten im Zeitraum von 2007-2014 zum Thema Vergleich Lokalanästhesie vs. Regionalanästhesie. Ihre Ergebnisse zeigen ein statistisch relevant besseres NRS-Outcome in den ersten 6h nach OP bei Verwendung von lokalen Analgesieverfahren. Dies konnte allerdings nur an vier eingeschlossenen Studien mit 175 Patienten nachgewiesen werden. Weiterhin konnte ihre Analyse der 9 Vergleichsstudien keine signifikanten Auffälligkeiten hinsichtlich NRS nach 24 oder 48h, Opioidverbrauch, Hospitalisierungslänge oder Komplikationen aufzeigen. Die Metaanalyse von Yun et al. (2015) kommt zu dem Schluss, dass beide Verfahren eine grundsätzlich vergleichbare Analgesie liefern.

7.3 Limitierungen der eigenen Arbeit

Die vorliegende Arbeit enthält einige Limitationen, welche möglicherweise zu Verzerrungen der Ergebnisse geführt haben. Diese sollen im Folgenden benannt und in ihrem Einfluss auf die Datenmenge dargestellt werden.

Die vorliegende Studie war in ihrem Charakter nicht verblindet. Dies hätte einen erheblich höheren Arbeitsaufwand bedeutet, da jeder Patient zusätzlich zu seinem Schmerzkatheter einen Placebokatheter hätte erhalten müssen und die Verblindung auch für Pflegekräfte und Physiotherapeuten konsequent hätte beachtet werden müssen. Das Vorhandensein von zwei invasiven Kathetern hätte das Risiko von Infektionen erhöht und den Patientenkomfort vermindert. Die Studie von Reinhardt et al. (2014) schließt nicht aus, dass durch Infiltration von Placebo-Infusionslösung in das Gelenk die Wundheilung beeinträchtigt werden könnte.

Des Weiteren wurde die LIA in der vorliegenden Arbeit in unterdimensionierter Dosis verabreicht. Der Hintergrund dafür war, dass hauptsächlich die Wirkung des lokalen Schmerzkatheters untersucht werden sollte und lediglich die übrigen 50ml Ropivacain lokal infiltriert wurden. Problematisch könnte möglicherweise auch die Positionierung von Drainage und lokalem Schmerzkatheter medial im Kniegelenk gewesen sein. Möglicherweise führte dies, statt zu einer erwünschten Zirkulation von LA im Gelenk, zum Absaugen von LA aus dem Gelenk. Ein Gegenbeispiel liefern Toftdahl et al. (2007): Der lokale Schmerzkatheter und die Drainage wurden beide im lateralen Gelenkkompartiment positioniert, was zu keiner Abschwächung des Analgesieeffektes führte. Im Gegenteil konnten in dieser Studie signifikant bessere Ergebnisse durch den lokalen Schmerzkatheter erzielt werden.

Zudem war das postoperative Schmerzmanagement nicht vollständig definiert. Zwar erhielten alle die exakt gleiche Behandlung hinsichtlich der Analgesie über die Schmerzkatheter und wurden nach dem PoST-Analgesieschema (s. Anhang) behandelt. Doch es gab durchaus Unterschiede in der Medikation der NSAR aufgrund von Allergien, der Prämedikation der Patienten und ärztlicher Präferenzen. Auch der Zeitpunkt der Beendigung der PCIA-Pumpe alternierte bei den Patienten zwischen dem POD2 - POD4.

Kritisch muss auch angemerkt werden, dass durch die Dokumentation der Werte gewisse Verzerrungen der Daten entstanden sein könnten. Die Schmerzmedikation, insbesondere des Piritramidverbrauchs über die PCIA-Pumpe des OP-Tages, wurde meist erst am POD1 in den Akten vermerkt. Daher könnte eine aus dokumentationstechnischen Gründen entstandene Überhangwirkung des OP-Tages, die Schmerzmedikation am POD1 etwas höher erscheinen lassen. Weiterhin sind die NRS-Daten des Schmerztagebuches in

Bewegung eingeschränkt beurteilbar, da nur für ca. die Hälfte der Patienten Daten generiert werden konnten, sodass diese Statistik in ihrer Aussagekraft eingebüßt hat (s. Tabelle 9).

Die Zeitangaben für OP-Vorbereitung und OP-Dauer wurden aus dem Krankenhausinformationssystem entnommen (s. Abbildung 25). Häufig wurden diese Zeiten am Ende der OP erfasst, was zu verzerrten Dokumentationsangaben geführt haben könnte. So ist bspw. die deutlich aufwändigere Anästhesiezeit zum Legen der Regionalanästhesie nicht adäquat dokumentiert.

Bezüglich der Studiengröße könnte argumentiert werden, dass in vielen Analysen relativ hohe Standardabweichungen ($\geq 50\%$ des Datenpunktes) gefunden wurden, ein Ausdruck dafür, dass die Daten einer hohen Streuung unterworfen waren. Auch wenn die in vergleichbaren Studien angegebenen Fallzahlen durchaus niedriger gewählt waren, muss anhand dieses Resultates dennoch kritisch hinterfragt werden, ob nicht eine höhere Fallzahl in der Studie empfehlenswert gewesen wäre.

Klinische Scores bieten zwar standardisierte Verlaufsergebnisse, dennoch ist der individuelle Vergleich der Patienten oft schwierig. Ernährungszustand, Grad der Mobilisation, die Patientenaufklärung und die individuelle Einstellung und Erwartungshaltung des Patienten in Bezug auf das operative Ergebnis beeinflussen die Schmerzwahrnehmung zusätzlich zum anästhesiologischen Management (Zimmermann et al. 2004). Diese psychosozialen Komponenten können Ergebnisse der Schmerzauffassung erheblich beeinflussen. Zudem war für viele Patienten der Schmerz nach Knie-TEP sicher schwierig zu skalieren, da noch kein ähnlich intensiver Schmerz von den Patienten empfunden wurde.

7.4 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass beide untersuchten Schmerztherapieverfahren eine sichere und effektive Analgesie bieten. Diese Arbeit liefert im Kontext anderer Studien Hinweise darauf, dass die ersten 24h nach Knie-TEP besonders durch die postoperative Schmerztherapie beeinflusst werden können. Diese Schlüsselstelle erreichte in der vorliegenden Arbeit mit den regionalen Schmerzkathetern cNFK + PIK signifikant geringere Werte für das Schmerzempfinden auf der NRS ($p=0,014$) und einen statistisch niedrigeren Verbrauch an Morphinäquivalenten ($p=0,021$). Nach dem POD1 gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Verfahren, sodass in dieser Zeitspanne der lokale Schmerzkatheter zumindest vergleichbar gute Ergebnisse lieferte. Beachtet werden sollte, dass der Einfluss des lokalen Schmerzkatheters lediglich bis 48 h nach OP andauerte und der regionale Schmerzkatheter meist am Morgen des POD3 entfernt wurde. Auf die Schmerzhemmung von POD4-7 haben beide Systeme demzufolge keine direkten Auswirkungen.

Bezüglich der Beugungsfähigkeit im Knie, konnte eine verbesserte Flexion an den POD1-2 ($p=0,013$) bei Patienten der Gruppe R festgestellt werden. Die Auswertung der aktiven Mobilisierung konnten, bis auf Ausnahmen, keine signifikanten Gruppenunterschiede zeigen. Die Bedeutung einer guten Mobilisation liegt in einer schnelleren Belastbarkeit und damit verbundenem verbessertem Outcome für die Patienten.

Allerdings konnte festgestellt werden, dass der regionale Schmerzkatheter mit einer höheren Rate an Komplikationen behaftet ist. 15,3% der Patienten entwickelten motorische ($p=0,01$) und 29% sensible ($p<0,001$) Defizite und damit signifikant mehr, als in der Gruppe der lokalen Schmerzkatheter. Insbesondere geben die motorischen Defizite Anlass zur Sorge, da Patienten stürzen können bzw. durch die Anlage der Katheter oder durch OP-Prozeduren bleibende Schäden auftreten können. In der vorliegenden Untersuchung zeigten sich jedoch sämtliche motorischen Defizite rückläufig. Außerdem wurden bei 11% der Patienten der Gruppe R Insuffizienzen der Katheter festgestellt ($p=0,007$). Trotz der besseren Ergebnisse hinsichtlich der Analgesie ist die deutlich höhere Rate dieser Komplikationen des regionalen Schmerzkatheters unvorteilhaft gegenüber dem lokalen Schmerzkatheter. Es bleibt abzuwägen, ob die insgesamt verbesserte Schmerztherapie durch den regionalen Schmerzkatheter stärker zu gewichten ist, als die erhöhte Rate an Komplikationen und die, bedingt durch die komplexere Handhabung, häufiger insuffizienten Regionalkatheter. Möglicherweise würde eine höher dosierte LIA und/oder ein Wundmanagement ohne Drainagen den Effekt des lokalen Schmerzmanagements verbessern.

Es kann darüber argumentiert werden, ob Patienten der Gruppe R mit Insufflation und Sedierung im OP geführt werden sollten. Die Rate an Patienten der Gruppe R, die nachträglich eine Vollnarkose mit Intubation benötigten, ist mit 10,3% relativ hoch.

Bezüglich der postoperativen VWD konnte durch die Verwendung des lokalen Schmerzkatheters keine schnellere Mobilisierung, Entlassung und nachfolgende Rehabilitation erreicht werden ($p=0,01$). Im Gegenteil dauerte es länger, bis Dies ist jedoch wesentlich durch die Besonderheiten des deutschen Gesundheitssystems bedingt und somit nicht mit internationalen Daten vergleichbar.

7.5 Ausblick

Es scheint Hinweise darauf zu geben, dass sich die analgetische Wirkung der beiden untersuchten Verfahren nur am ersten OP-Tag tatsächlich messbar unterscheidet. Möglicherweise können zukünftige Anstrengungen ihren Fokus darauf legen, dieses Zeitfenster zu beobachten.

Weiterhin bleiben Fragen nach der richtigen Dosis und Zusammensetzung der LIA und ihr Einfluss auf einen reduzierten Opioidkonsum. Möglicherweise kann ein verbessertes Regime der LIA und des lokalen Schmerzkatheters tatsächlich gleichwertige oder bessere Ergebnisse in der Schmerztherapie geben, bei geringeren Komplikationsraten, als regionale Schmerzkatheter.

Wie Chan et al. (2014) in ihrer Cochrane-Metaanalyse feststellten, sind bisher zum Vergleich von regionalen und lokalen Schmerzkathetern relativ geringe Fallzahlen untersucht worden. Diese Arbeit leistet einen Beitrag, die Aufklärung über das beste postoperative Schmerzmanagement nach Knie-TEP voranzutreiben.

Anhand der relativ inhomogenen Resultate in der Literatur zu dieser Frage wird es weiterer Untersuchungen bedürfen, um eindeutige Empfehlungen für die klinische Praxis zu geben und die Frage nach dem bestmöglichen perioperativen Schmerzmanagement klären zu können.

8 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit wurde zu folgender Forschungsfrage verfasst:

Gibt es Unterschiede der subjektiven Schmerzempfindung auf der NRS vom 1. bis 7. postoperativen Tag (POD1 - POD7) nach Knie-TEP von Patienten, die einen kombinierten Femoralis- und Ischiadikuskatheter erhielten und Patienten die mit einer lokalen Infiltration plus lokalem Schmerzkatheter versorgt wurden?

Zur Beantwortung dieser Frage wurden 140 Patienten in einer prospektiv, randomisierten, monozentrischen Vergleichsstudie in zwei Gruppen aufgeteilt. 72 Patienten erhielten eine Regionalanästhesie. Unter Sonografiekontrolle und lokaler inguinaler Betäubung erfolgten präoperativ die Infiltration von 20 ml Ropivacain 0,5% perineural um den N. femoralis und das Anlegen eines entsprechenden Schmerzkatheters (Sonolong Curl, Fa. Pajunk, Geisingen, Deutschland). Anschließend wurde um den N. ischiadicus ein Bolus von 20 ml Prilocain 1,5% appliziert, und ebenfalls ein Schmerzkatheter perineural belassen. Beide Katheter wurden mit jeweils 6ml/h Ropivacain 0,2% über ca. 72 h befahren. 67 Patienten wurden mit Methoden der Lokalanästhesie versorgt. Sie erhielten eine LIA mit 50 ml Ropivacain 2% intraoperativ und einen lokalen Schmerzkatheter (Fa. Pajunk, Geisingen, Deutschland), über welchen kontinuierlich 350 ml Ropivacain 2% mit 8 ml/h über 44 h intraartikulär verabreicht wurden. Untersucht wurden die Schmerzwerte der Patienten auf der NRS 2x tgl., der Opioidverbrauch, die Mobilisation, sowie die Rate an Komplikationen, in der ersten Woche postoperativ.

Es wurden folgende wesentlichen Ergebnisse erhalten:

1. Die Patienten mit kombinierten NFK und PIK berichteten im Durchschnitt über eine geringere Schmerzstufe am OP-Tag ($p=0,014$) und am Morgen des POD1 ($p=0,013$), danach waren beide Gruppen hinsichtlich der Schmerzangabe vergleichbar. (s. Abbildung 14).
2. Es zeigte sich ein signifikant höherer Verbrauch an Morphinäquivalenten am POD1 ($p=0,003$) und POD2 ($p=0,021$) in der Gruppe L (LIA + lokalen Schmerzkatheter) (s. Abbildung 20).
3. 15,3% der Patienten mit kombinierten NFK und PIK hatten motorische Defizite über den POD2 hinaus (s. Tabelle 21). In den 3-Monatskontrollen zeigten sich bei den betroffenen Patienten keine motorischen Beeinträchtigungen.
4. 44,1% der Patienten mit kombinierten NFK und PIK benötigten zur OP zusätzlich eine Vollnarkose oder Spinalanästhesie (s. Tabelle 23).

Zusammenfassung

Die Arbeit liefert Hinweise auf die Überlegenheit des regionalen Schmerzkatheters gegenüber einem intraartikulären Schmerzkatheter hinsichtlich der postoperativen Schmerztherapie in den ersten 24 h. Dafür war die Rate an motorischen Defiziten über den 2. postoperativen Tag hinaus in der Gruppe der regionalen Schmerzkatheter deutlich höher, was die Mobilisation ungünstig beeinflusste. Letztendlich zeigt die Arbeit auch, dass beide Verfahren der postoperativen Schmerztherapie nach Knie-TEP, eine sichere und effiziente Analgesie bieten.

9 Summary

This investigation dealt with the following research question:

Is there any difference in pain sensation in the first week after Total Knee Arthroplasty (TKA) between patients who received a preoperative combined femoral and sciatic nerve block and those that got intraoperative local infiltration analgesia and a postoperative local catheter?

To answer this question, a total of 140 patients were enrolled in a randomized, prospective and monocentric trial and were divided into two groups. 72 patients underwent methods of regional anaesthesia. 20 ml Ropivacain 0.5% was injected around the femoral nerve and 20 ml Prilocain 1.5 % was applied to the sciatic nerve under ultrasound guidance. Furthermore, the patients received two catheters (Sonolong Curl, Fa.Pajunk, Geisingen, Germany), which were administered with 6 ml/h Ropivacain 0.2% for nearly 72h to get optimal analgesia quality. The second group, made up of 67 patients, was infiltrated with 50 ml Ropivacain 2% into the joint cavity and subcutaneous tissue and received a local catheter (Fuser Pump, Fa.Pajunk, Geisingen, Germany) that administered 350 ml Ropivacain 2%, 8 ml/h in 44 h in the joint. The patient's pain scores were measured twice a day, using the NRS-pain scale. In addition, we examined opioid consumption, mobilisation and satisfaction of the patients.

The mean results are summarized as follows:

1. Patients who received the combined femoral and sciatic catheter reported on average a lower NRS-pain score of one point in the first 24h after operation ($p=0,014$). At ≥ 24 h after surgery there was no significant difference between the groups (figure 14).
2. Patients in the group with the infiltration + local catheter acquired significantly more morphine equivalents on the first ($p=0,003$) and second ($p=0,021$) day after surgery (s. figure 20).
3. 15.3% of the patients got the combined femoral and sciatic catheter had motoric complications throughout the second day after operation (table 21).
4. 44.1% of the patients with a combined femoral and sciatic catheter needed additional general anaesthesia or spinal anaesthesia in the operation (table 23).

This investigation shows aspects of a moderate superiority of the regional anaesthesia in contrast to the local catheter in the first 24 h of postoperative pain management after TKA. On the other the study revealed that regional anaesthesia had more complications which resulted in a prolonged mobilisation. In conclusion, it seems that both techniques provide an effective and secure analgesia after TKA.

Anlage 1

Technische Universität Dresden Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus Promotionsordnung vom 24. Juli 2011

Erklärungen zur Eröffnung des Promotionsverfahrens

1. Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

2. Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

.....
Prof. Dr. Jörg Lützner

.....
Dr. Oliver Vicent

.....
Franziska Beyer

.....
.....
.....

3. Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines kommerziellen Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

4. Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

5. Die Inhalte dieser Dissertation wurden in folgender Form veröffentlicht:

.....
Poster AE-Kongress Hamburg 2017,

.....
Vortrag DKOU 2018

6. Ich bestätige, dass es keine zurückliegenden erfolglosen Promotionsverfahren gab.

.....

7. Ich bestätige, dass ich die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität Dresden anerkenne.

8. Ich habe die Zitierrichtlinien für Dissertationen an der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität Dresden zur Kenntnis genommen und befolgt.

Dresden, den
Ort, Datum

Unterschrift des Doktoranden

Anlage 2

Hiermit bestätige ich die Einhaltung der folgenden aktuellen gesetzlichen Vorgaben im Rahmen meiner Dissertation

- ☒ das zustimmende Votum der Ethikkommission bei Klinischen Studien, epidemiologischen Untersuchungen mit Personenbezug oder Sachverhalten, die das Medizinproduktegesetz betreffen
Aktenzeichen der zuständigen Ethikkommission ...EK 250062015.....
- ☐ die Einhaltung der Bestimmungen des Tierschutzgesetzes
Aktenzeichen der Genehmigungsbehörde zum Vorhaben/zur Mitwirkung
.....
- ☐ die Einhaltung des Gentechnikgesetzes
Projektnummer
- ☒ die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen der Medizinischen Fakultät und des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus.

Ort, Datum
Dresden, den

Unterschrift des Doktoranden

10 Literaturverzeichnis

Abdallah FW, Madjdpour C, Brull R. 2016. Is sciatic nerve block advantageous when combined with femoral nerve block for postoperative analgesia following total knee arthroplasty? a meta-analysis. *Can J Anesth* 63:552–568.

Ali A, Sundberg M, Hansson U, Malmvik J, Flivik G. 2015. Doubtful effect of continuous intraarticular analgesia after total knee arthroplasty. *Acta Orthop* 86:373–377.

American Society of Anesthesiologists. 2012. Practice Guidelines for Acute Pain Management in the Perioperative Setting An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management. *J Am Soc Anesthesiol* 116:248–273.

Angster R, Hainsch-Müller I. 2005. Postoperatives Schmerzmanagement. *Anaesthesist* 54:505–533.

aQua - Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH. 2012. Sektorenübergreifende Qualitätssicherung im Gesundheitswesen nach §137a SGB V, Knieendoprothesenversorgung Abschlussbericht. [aktualisiert am 16.07.2012, Aufruf am 21.03.2018] URL: https://www.aqua-institut.de/fileadmin/aqua_de/Projekte/434_Knieendoprothesenversorgung/Knieendoprothese_nversorgung_Abschlussbericht

Badner NHMD, Bourne RBMD, Rorabeck CHMD, Macdonald SJMD, Doyle JARN+. 1996. Intra-Articular Injection of Bupivacaine in Knee-Replacement Operations. Results of Use for Analgesia and for Preemptive Blockade *. *J Bone* 78:734–738.

Ben-David B, Schmalenberger K, Chelly JEM. 2004. Analgesia After Total Knee Arthroplasty: Is Continuous Sciatic Blockade Needed in Addition to Continuous Femoral Blockade? *Anesth Analg* 98:747–749.

Bianconi M, Ferraro L, Traina GC, Zanolli G, Antonelli T, Guberti A, Ricci R, Massari L. 2003. Pharmacokinetics and efficacy of ropivacaine continuous wound instillation after joint replacement surgery†. *BJA Br J Anaesth* 91:830–835.

Bleß H-H, Kip M [Hrsg]. 2017. Weißbuch Gelenkersatz / Versorgungssituation bei endoprothetischen Hüft- und Knieoperationen in Deutschland. Springer, Berlin, Heidelberg, Online-Ressource, [Aufruf am 18.05.2017] URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-53260-7>

Brandt KD, Lohmander LS, Doherty M [Hrsg]. 1998. Osteoarthritis. Oxford University Press, Oxford, S. 70-74, In: Wirtz DC [Hrsg] *AE-Manual der Endoprothetik / Knie*, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 39

Browne C, Copp S, Reden L, Pulido P, Colwell Jr C. 2004. Bupivacaine bolus injection versus placebo for pain management following total knee arthroplasty1. *J Arthroplasty* 19:377-380.

Chan E-Y, Fransen M, Parker DA, Assam PN, Chua N. 2014. Femoral nerve blocks for acute postoperative pain after knee replacement surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, John Wiley & Sons, Ltd., [Aufruf am 01.03.2017] URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD009941.pub2/abstract>

Chan M-H, Chen W-H, Tung Y-W, Liu K, Tan P-H, Chia Y-Y. 2012. Single-injection femoral nerve block lacks preemptive effect on postoperative pain and morphine consumption in total knee arthroplasty. *Acta Anaesthesiol Taiwan* 50:54–58.

Charnley J. 2005. The long-term results of low-friction arthroplasty of the hip performed as a primary intervention. 1970. Clin Orthop 3–11; discussion 2.

Chelly JE, Greger J, Gebhard R, Coupe K, Clyburn TA, Buckle R, Criswell A. 2001. Continuous femoral blocks improve recovery and outcome of patients undergoing total knee arthroplasty. J Arthroplasty 16:436–445.

Clement ND, MacDonald D, Patton JT, Burnett R. 2015. Post-operative Oxford knee score can be used to indicate whether patient expectations have been achieved after primary total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA 23:1578–1590.

Crawford DC, Miller LE, Block JE. 2013. Conservative management of symptomatic knee osteoarthritis: a flawed strategy? Orthop Rev 5:5-10.

Fan L, Yu X, Zan P, Liu J, Ji T, Li G. 2016. Comparison of Local Infiltration Analgesia With Femoral Nerve Block for Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized Clinical Trial. J Arthroplasty 31:1361–1365.

Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. 1999. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. Study Group on Regional Anesthesia. Anesth Analg 88:847–852.

Flören M, Reichel H. 2011. Implantate. In: Wirtz DC [Hrsg] AE-Manual der Endoprothetik / Knie, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 57–71.

Fowler SJ, Symons J, Sabato S, Myles PS. 2008. Epidural analgesia compared with peripheral nerve blockade after major knee surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. BJA Br J Anaesth 100:154–164.

Freeman M a. R, Pinskerova V. 2005. The movement of the normal tibio-femoral joint. J Biomech 38:197–208.

Fuchs J, Rabenberg M, Scheidt-Nave C. 2013. Prävalenz ausgewählter muskuloskelettaler Erkrankungen: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 56:678–686.

Gluck T. 1890. Die Invaginationsmethode der Osteo- und Arthroplastik. Berl Klin Wochenschr 27:.

Gómez-Cardero P, Rodríguez-Merchán EC. 2010. Postoperative Analgesia in TKA: Ropivacaine Continuous Intraarticular Infusion. Clin Orthop 468:1242–1247.

Goyal N, McKenzie J, Sharkey PF, Parvizi J, Hozack WJ, Austin MS. 2013. The 2012 Chitranjan Ranawat Award: Intraarticular Analgesia After TKA Reduces Pain: A Randomized, Double-blinded, Placebo-controlled, Prospective Study. Clin Orthop 471:64–75.

Greiner W, Claes C, Busschbach JJV, Schulenburg J-MG von der. 2005. Validating the EQ-5D with time trade off for the German population. Eur J Health Econ HEPAC Health Econ Prev Care 6:124–130.

Grifka J. 1994. Kniegelenksarthrose / Epidemiologie, arthroskopische Therapie, Kernspintomographie, Knieschule. Stuttgart; New York: Thieme. VIII, 136 S. : Ill., graph. Darst.

Grimberg A, Jansson V, Liebs T, Melsheimer O, Steinbrück A. 2017. DGOOC (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie) [Hrsg]. EPRD Endoprothesenregister Deutschland, Jahresbericht 2016 [Aufruf am 20.03.2018] URL: <https://www.eprd.de/de/>

Grosu I, Lavand'homme P, Thienpont E. 2014. Pain after knee arthroplasty: an unresolved issue. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22:1744–1758.

Gunston FH. 1971. Polycentric knee arthroplasty. Prosthetic simulation of normal knee movement. *J Bone Joint Surg Br* 53:272–277.

Günther K-P, Fickert S, Goronzy J. 2013a. Arthrose. In: Wirth C-J, Mutschler E, Kohn D, Pohlermann T [Hrsg]. 2009. *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie / 292 Tabellen*, 2. überarb. u. erw. Aufl.e. Thieme, Stuttgart, S. 352-361.

Günther K-P, Jeszensky C, Schäfer T, Hannemann F, Niethard F. 2013b. Hüft- und Kniegelenkersatz in Deutschland - Mythen und Fakten zur Operationshäufigkeit. *Krankenh* 105:927–933.

Hahnenkamp K, Theilmeier G, Van Aken HK, Hoenemann CW. 2002. The effects of local anesthetics on perioperative coagulation, inflammation, and microcirculation. *Anesth Analg* 94:1441–1447.

Harris K, Dawson J, Doll H, Field RE, Murray DW, Fitzpatrick R, Jenkinson C, Price AJ, Beard DJ. 2013. Can pain and function be distinguished in the Oxford Knee Score in a meaningful way? An exploratory and confirmatory factor analysis. *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil* 22:2561–2568.

Haviv B, Bronak S, Thein R. 2013. The complexity of pain around the knee in patients with osteoarthritis. *Isr Med Assoc J IMAJ* 15:178–181.

Hebl JR, Kopp SL, Ali MHM, Horlocker TT, Dilger JA, Lennon RLD, Williams BAM, Hanssen AD, Pagnano MW. 2005. A Comprehensive Anesthesia Protocol That Emphasizes Peripheral Nerve Blockade for Total Knee and Total Hip Arthroplasty. *J Bone Jt Surg* 87 Supplement 2:63–70.

Hollmann MW, Durieux ME. 2000. Local Anesthetics and the Inflammatory ResponseA New Therapeutic Indication? *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol* 93:858–875.

Insall JN, Lachiewicz PF, Burstein AH. 1982. The posterior stabilized condylar prosthesis: a modification of the total condylar design. Two to four-year clinical experience. *J Bone Joint Surg Am* 64:1317–1323.

Jæger P, Nielsen ZJK, Henningsen MH, Hilsted KL, Mathiesen O, Dahl JB. 2013. Adductor Canal Block versus Femoral Nerve Block and Quadriceps StrengthA Randomized, Double-blind, Placebo-controlled, Crossover Study in Healthy Volunteers. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol* 118:409–415.

Johnson LL. 1986. Arthroscopic abrasion arthroplasty historical and pathologic perspective: present status. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 2:54–69.

Joo J-H, Park J-W, Kim J-S, Kim Y-H. 2011. Is Intra-Articular Multimodal Drug Injection Effective in Pain Management After Total Knee Arthroplasty?: A Randomized, Double-Blinded, Prospective Study. *J Arthroplasty* 26:1095–1099.

Kellgren JH, Lawrence JS. 1963. Atlas of Standard Radiographs of Arthritis. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Klußmann A, Gebhardt H, Liebers F, Perea EQ, Bouillon B, Rieger MA. 2010. Prädiktoren und Schadensbilder der Kniegelenksarthrose. Zentralblatt Für Arbeitsmedizin Arbeitsschutz Ergon 60:390–394.

Koh IJ, Kang YG, Chang CB, Do S-H, Seong SC, Kim TK. 2012. Does periarticular injection have additional pain relieving effects during contemporary multimodal pain control protocols for TKA?: A randomised, controlled study. The Knee 19:253–259.

Kopkow C, Schmitt J, Haase E, Lange T, Günther K-P, Lützner J. 2015. Ergebnisobjektivierung bei Knie-Totalendoprothesen. Orthop 44:261–268.

Korean Knee Society. 2012. Guidelines for the Management of Postoperative Pain after Total Knee Arthroplasty. Knee Surg Relat Res 24:201–207.

Kutzner KP, Paulini C, Hechtner M, Rehbein P, Pfeil J. 2015. Postoperative Analgesie nach Knie-TEP. Orthop 44:566–573.

Leitlinie der DGOOC (Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V.) [Hrsg] 2018. S2k-Leitlinie Indikation Knieendoprothese. AWMF-Leitlinien-Regist. Nr. 033-052, [aktualisiert am: 01.01.2018, Aufruf am: 20.03.2018] URL: <https://www.awmf.org/leitlinien>

Leitlinie der DIVS (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Schmerztherapie) [Hrsg]. 2009. S3-Leitlinie "Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen." AWMF-Leitlinien-Regist. Nr. 001-025 S. 237–246. [aktualisiert am: 01.04.2009, Aufruf am: 17.02.2017] URL: <https://www.awmf.org/leitlinien>

Liu J, Yuan W, Wang X, Royse CF, Gong M, Zhao Y, Zhang H. 2014. Peripheral nerve blocks versus general anesthesia for total knee replacement in elderly patients on the postoperative quality of recovery. Clin Interv Aging 9:341–350.

Lützner J, Kirschner S, Günther K-P. 2006. Epidemiologie und Diagnostik der Gonarthrose. OP-J 22:142–147.

Lützner J, Schmitt J, Lange T, Kopkow C, Rataj E, Günther K-P. 2016. Knie-Totalendoprothese - Wann ist der Ersatz angebracht? Dtsch Ärztebl 113:1983–1985.

Macalou D, Trueck S, Meuret P, Heck M, Vial F, Ouologuem S, Capdevila X, Virion JM, Bouaziz H. 2004. Postoperative analgesia after total knee replacement: the effect of an obturator nerve block added to the femoral 3-in-1 nerve block. Anesth Analg 99:251–254.

Macfarlane AJR, Arun Prasad G, Chan VWS, Brull R. 2009. Does Regional Anesthesia Improve Outcome After Total Knee Arthroplasty? Clin Orthop 467:2379–2402.

MacIntosh DL. 1958. Hemiarthroplasty of the knee using a space occupying prosthesis for painful varus and valgus deformities. J Bone Jt Surg-Am 40:1431–1431.

Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Kettner SC, Kirchmair L. 2010. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: part 1. Br J Anaesth 104:538–546.

Matthey PW, Finegan BA, Finucane BT. 2004. The public's fears about and perceptions of regional anesthesia. Reg Anesth Pain Med 29:96–101.

- Menkes CJ, Renoux M, Laoussadi S, Mauborgne A, Bruxelles J, Cesselin F. 1993. Substance P levels in the synovium and synovial fluid from patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *J Rheumatol* 20:714–717.
- Merle C, Herre J, Aldinger PR. 2009. Endoprothetik des Kniegelenks. In: Krukemeyer MG, Möllenhoff G [Hrsg] *Endoprothetik*, De Gruyter, Berlin, Boston, S. 129–162.
- Mittelmeier W, Souffrant R, Kluess D, Bergschmidt P, Bader R. 2011. Biomechanik des endoprothetisch versorgten Kniegelenks. In: Wirtz DC [Hrsg] *AE-Manual der Endoprothetik / Knie*, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 72-84.
- Moghtadaei M, Farahini H, Faiz SH-R, Mokarami F, Safari S. 2014. Pain Management for Total Knee Arthroplasty: Single-Injection Femoral Nerve Block versus Local Infiltration Analgesia. *Iran Red Crescent Med J* 16(1):e13247.
- Morin AM, Kratz CD, Eberhart LHJ, Dinges G, Heider E, Schwarz N, Eisenhardt G, Geldner G, Wulf H. 2005. Postoperative analgesia and functional recovery after total-knee replacement: comparison of a continuous posterior lumbar plexus (psoas compartment) block, a continuous femoral nerve block, and the combination of a continuous femoral and sciatic nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 30:434–445.
- Murray DW, Fitzpatrick R, Rogers K, Pandit H, Beard DJ, Carr AJ, Dawson J. 2007. The use of the Oxford hip and knee scores. *J Bone Joint Surg Br* 89:1010–1014.
- Nakai T, Tamaki M, Nakamura T, Nakai T, Onishi A, Hashimoto K. 2013. Controlling pain after total knee arthroplasty using a multimodal protocol with local periarticular injections. *J Orthop* 10:92–94.
- Pap G, Meinecke I. 2011. Ätiologie und Pathogenese der Gonarthrose. In: Wirtz DC [Hrsg] *AE-Manual der Endoprothetik / Knie*, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 33-46.
- Paul JE, Arya A, Hurlburt L, Cheng J, Thabane L, Tidy A, Murthy Y. 2010. Femoral Nerve Block Improves Analgesia Outcomes after Total Knee Arthroplasty A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesthesiol J Am Soc Anesthesiol* 113:1144–1162.
- Pelt CE, Anderson AW, Anderson MB, Van Dine C, Peters CL. 2014. Postoperative falls after total knee arthroplasty in patients with a femoral nerve catheter: can we reduce the incidence? *J Arthroplasty* 29:1154–1157.
- Prescher A. 2011. Anatomie des Kniegelenks (Articulatio genus). In: Wirtz DC [Hrsg] *AE-Manual der Endoprothetik / Knie*, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 1-18.
- Pridie KH. 1959. A method of resurfacing osteoarthritic knee joints. *J Bone Jt Surg* 41-B:618.
- Rasmussen S, Kramhøft M, Sperling K, Pedersen J. 2004. Increased flexion and reduced hospital stay with continuous intraarticular morphine and ropivacaine after primary total knee replacement Open intervention study of efficacy and safety in 154 patients. *Acta Orthop Scand* 75:606–609.
- Reinhardt KR, Duggal S, Umunna B-P, Reinhardt GA, Nam D, Alexiades M, Cornell CN. 2014. Intraarticular Analgesia Versus Epidural Plus Femoral Nerve Block After TKA: A Randomized, Double-blind Trial. *Clin Orthop* 472:1400–1408.
- Richman JM, Liu SS, Courpas G, Wong R, Rowlingson AJ, McGready J, Cohen SR, Wu CL. 2006. Does continuous peripheral nerve block provide superior pain control to opioids? A meta-analysis. *Anesth Analg* 102:248–257.

Rosen AS, Colwell CW, Pulido PA, Chaffee TL, Copp SN. 2010. A Randomized Controlled Trial of Intraarticular Ropivacaine for Pain Management Immediately Following Total Knee Arthroplasty. *HSS J* 6:155–159.

Rosenblatt RM. 1980. Continuous femoral anesthesia for lower extremity surgery. *Anesth Analg* 59:631–632.

Scott DB, Lee A, Fagan D, Bowler GM, Bloomfield P, Lundh R. 1989. Acute toxicity of ropivacaine compared with that of bupivacaine. *Anesth Analg* 69:563–569.

Seidlitz C, Kip M. 2017. Einführung in das Indikationsgebiet und Verfahren. In: Bleß H-H, Kip M [Hrsg]. 2017. Weißbuch Gelenkersatz / Versorgungssituation bei endoprothetischen Hüft- und Knieoperationen in Deutschland, Springer, Berlin, Heidelberg: S. 1–15.

Sharma S, Iorio R, Specht LM, Davies-Lepie S, Healy WL. 2010. Complications of Femoral Nerve Block for Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop* 468:135–140.

Simanski CJP. 2008. Schmerztherapie an den unteren Extremitäten. *Orthop* 37:959–969.

Smithwick R, White J. 1930. Elimination of pain in obliterative vascular disease of lower extremity: technique for alcohol injection of sensory nerves of lower leg. *Surg Gynecol Obstet* 51:394–403.

Spangehl MJ, Clarke HD, Hentz JG, Misra L, Blocher JL, Seamans DP. 2015. The Chitranjan Ranawat Award: Periarticular Injections and Femoral & Sciatic Blocks Provide Similar Pain Relief After TKA: A Randomized Clinical Trial. *Clin Orthop* 473:45–53.

Statistisches Bundesamt (Destatis) 2012: Gesundheit. Krankheitskostenrechnung, Krankheitskosten nach Einrichtung und Geschlecht. Wiesbaden. [Aufruf am 21.03.2018]
URL: <https://www.gbe-bund.de>

Statistisches Bundesamt (Destatis) 2016: Gesundheit. Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Krankenhäusern (einschl. Sterbe- und Stundenfälle) Fachserie 12 Reihe 6.2.1 Wiesbaden. [Aufruf am 10.05.2017]
URL: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/>

Stukenborg-Colsman C. 2009. Degenerative Erkrankungen. In: Wirth C-J, Mutschler E, Kohn D, Pohlermann T [Hrsg]. 2009. Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie / 292 Tabellen, 2. überarb. u. erw. Aufl.e. Stuttgart [u.a.]: Thieme, S. 659–671.

The EuroQol Group. 1990. EuroQol-a new facility for measurement of health-related quality of life. *Health Policy* 16:199-208.

Toftdahl K, Nikolajsen L, Haraldsted V, Madsen F, Tønnesen EK, Søballe K. 2007. Comparison of peri- and intraarticular analgesia with femoral nerve block after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Acta Orthop* 78:172–179.

Uesugi K, Kitano N, Kikuchi T, Sekiguchi M, Konno S-I. 2014. Comparison of peripheral nerve block with periarticular injection analgesia after total knee arthroplasty: a randomized, controlled study. *The Knee* 21:848–852.

Vernueil A. 1860. De la creation d'une fausse articulation par section ou resection partielle de l'os maxillaire inferieur comme moyen de remedier a l'ankylose vrai ou fausse de la machoire inferieure. *Arc Gen Med* 15:174.

Weinstein AM, Rome BN, Reichmann WM, Collins JE, Burbine SA, Thornhill TS, Wright J, Katz JN, Losina E. 2013. Estimating the Burden of Total Knee Replacement in the United States. *J Bone Joint Surg Am* 95:385–392.

Widmer BJ, Scholes CJ, Pattullo GG, Oussedik SI, Parker DA, Coolican MRJ. 2012. Is Femoral Nerve Block Necessary During Total Knee Arthroplasty?: A Randomized Controlled Trial. *J Arthroplasty* 27:1800–1805.

Williams D, Petruccelli D, Paul J, Piccirillo L, Winemaker M, Beer J de. 2013. Continuous infusion of bupivacaine following total knee arthroplasty: a randomized control trial pilot study. *J Arthroplasty* 28:479–484.

Winnie AP, Ramamurthy S, Durrani Z. 1973. The inguinal paravascular technic of lumbar plexus anesthesia: the “3-in-1 block.” *Anesth Analg* 52:989–996.

Wirth C-J, Mutschler E, Kohn D, Pohlermann T [Hrsg]. 2009. *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie / 292 Tabellen, 2. überarb. u. erw. Aufl.e., Thieme, Stuttgart*, ISBN: 978-3-13-140642-2

Wirtz DC [Hrsg] 2011. *AE-Manual der Endoprothetik / Knie*. Springer, Berlin, Heidelberg. ISBN: 978-3-642-12888-2

Wirz S. 2011. Anästhesie. In: Wirtz DC [Hrsg] *AE-Manual der Endoprothetik / Knie*, Springer, Berlin, Heidelberg, S. 109–126.

Xie Z, Hussain W, Cutter TW, Apfelbaum JL, Drum ML, Manning DW. 2012. Three-in-One Nerve Block With Different Concentrations of Bupivacaine in Total Knee Arthroplasty: Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Trial. *J Arthroplasty* 27:673-678.e1.

Xu J, Chen X, Ma C, Wang X. 2014. Peripheral nerve blocks for postoperative pain after major knee surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, John Wiley & Sons, Ltd., [Aufruf am: 01.03.2017] URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD010937.pub2/abstract>

Yun X-D, Yin X-L, Jiang J, Teng Y-J, Dong H-T, An L-P, Xia Y-Y. 2015. Local infiltration analgesia versus femoral nerve block in total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 101:565–569.

Zimmermann M, Jansen V, Rittmeister M. 2004. Regionalanästhesie in der Orthopädie. *Orthop* 33:784–795.

11 Anhang



Prospektiv randomisierter Vergleich verschiedener Verfahren zur postoperativen Schmerztherapie nach Implantation von Knieendoprothesen

Präoperativ

Pat-nr.:

Patienteninitialen

 -- --

Geburtsdatum _____

Geplantes OP-Datum _____ Befragungsdatum _____

Betroffenes Gelenk

☐ rechts ☐ links

Voroperation(en) am betroffenen Kniegelenk ☐ ja ☐ nein

Wenn ja, welche und wann: _____

Geschlecht

☐ männlich

☐ weiblich

Staatsangehörigkeit

☐ Deutsch

☐ Nicht-deutsch

Familienstand

☐ ledig

☐ verheiratet

☐ geschieden / getrennt lebend

☐ verwitwet

Leben Sie alleine?

☐ ja

☐ nein

Welchen höchsten Schulabschluss haben Sie?

☐ Hauptschule (8. / 9. Klasse)

☐ Realschule (10. Klasse)

☐ Abitur / allgemeine Hochschulreife

☐ keinen Schulabschluss

Sind Sie zurzeit erwerbstätig?

☐ ja, ganztags

☐ ja, mindestens halbtags

☐ ja, weniger als halbtags

☐ Schüler / Auszubildender / Student

☐ Arbeitslos

☐ Altersrente

☐ BU / EU Rente

Welche höchste Berufsausbildung haben Sie abgeschlossen?

☐ Lehre (berufliche-betriebliche Ausbildung)

☐ Fachschule (Meister-, Technikerschule, Berufs-, Fachakademie)

☐ Fachhochschule, Ingenieurschule

☐ Universität, Hochschule

☐ andere Berufsausbildung

☐ keine Berufsausbildung

In welcher beruflichen Stellung sind Sie hauptsächlich derzeit beschäftigt bzw. (falls nicht mehr berufstätig) waren Sie zuletzt beschäftigt?

☐ Arbeiter

☐ Angestellter

☐ Beamter

☐ Selbständiger

☐ Sonstiges



**Prospektiv randomisierter Vergleich verschiedener Verfahren
zur postoperativen Schmerztherapie nach Implantation
von Knie totalendoprothesen**

Präoperativ

Pat-nr.:

Oxford-Knie-Score

Bitte beantworten Sie die folgenden 12 Fragen, indem Sie bei jeder Frage das zutreffende Kästchen ankreuzen. Wählen Sie nur eine Antwort pro Frage.

Während der letzten 4 Wochen...

1. Wie würden Sie die Schmerzen beschreiben, die Sie üblicherweise in Ihrem Knie hatten?

- ☐ Keine
- ☐ Sehr Gering
- ☐ Gering
- ☐ Mässig
- ☐ Stark

4. Wie lange konnten Sie gehen, bevor Sie starke Schmerzen in Ihrem Knie bekamen (mit oder ohne Stock)?

- ☐ Keine Schmerzen /> 30 Minuten
- ☐ 16 bis 30 Minuten
- ☐ 5 bis 15 Minuten
- ☐ Nur zu Hause
- ☐ Gar nicht

2. Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, sich selbst zu waschen und abzutrocknen (am ganzen Körper)?

- ☐ Überhaupt keine Schwierigkeiten
- ☐ Sehr geringe Schwierigkeiten
- ☐ Mässige Schwierigkeiten
- ☐ Extreme Schwierigkeit
- ☐ Unmöglich zu tun

5. Wie schmerzhaft war es für Sie wegen Ihrem Knie, nach einer Mahlzeit wieder vom Tisch aufzustehen?

- ☐ Gar nicht schmerzhaft
- ☐ Ein wenig schmerzhaft
- ☐ Mässig schmerzhaft
- ☐ Sehr schmerzhaft
- ☐ Unerträglich

3. Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, in ein bzw. aus einem Auto zu steigen oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen? (welches Sie eher benutzen)

- ☐ Überhaupt keine Schwierigkeiten
- ☐ Sehr geringe Schwierigkeiten
- ☐ Mässige Schwierigkeiten
- ☐ Extreme Schwierigkeit
- ☐ Unmöglich zu tun

6. Haben Sie wegen Ihrem Knie beim Gehen gehinkt?

- ☐ Selten/nie
- ☐ Manchmal oder nur am Anfang
- ☐ Oft, nicht nur am Anfang
- ☐ Die meiste Zeit
- ☐ Die ganze Zeit



**Prospektiv randomisierter Vergleich verschiedener Verfahren
zur postoperativen Schmerztherapie nach Implantation
von Knie totalendoprothesen**

Präoperativ

Pat-nr.:

7. Konnten Sie sich hinknien und danach wieder aufstehen?

- ☐ Ja, leicht
- ☐ Mit geringen Schwierigkeiten
- ☐ Mit mässigen Schwierigkeiten
- ☐ Mit extremen Schwierigkeiten
- ☐ Nein, unmöglich

10. Hatten Sie das Gefühl, dass Ihr Knie plötzlich "nachgeben" oder Sie nicht mehr tragen könnte?

- ☐ Selten/nie
- ☐ Manchmal oder nur am Anfang
- ☐ Oft, nicht nur am Anfang
- ☐ Die meiste Zeit
- ☐ Die ganze Zeit

8. Wurden Sie nachts im Bett durch Schmerzen in Ihrem Knie gestört?

- ☐ Nie
- ☐ Nur 1 oder 2 Nächte
- ☐ Einige Nächte
- ☐ Die meisten Nächte
- ☐ Jede Nacht

11. Konnten Sie die Haushaltseinkäufe selbst erledigen?

- ☐ Ja, leicht
- ☐ Mit geringen Schwierigkeiten
- ☐ Mit mässigen Schwierigkeiten
- ☐ Mit extremen Schwierigkeiten
- ☐ Nein, unmöglich

9. Wie sehr haben Schmerzen in Ihrem Knie Ihre normale Arbeit (einschliesslich Hausarbeit) beeinträchtigt?

- ☐ Gar nicht
- ☐ Ein wenig
- ☐ Mässig
- ☐ Erheblich
- ☐ Vollständig

12. Konnten Sie eine Treppe hinunter gehen?

- ☐ Ja, leicht
- ☐ Mit geringen Schwierigkeiten
- ☐ Mit mässigen Schwierigkeiten
- ☐ Mit extremen Schwierigkeiten
- ☐ Nein, unmöglich



**Prospektiv randomisierter Vergleich verschiedener Verfahren
zur postoperativen Schmerztherapie nach Implantation
von Knie-Totalendoprothesen**

Präoperativ

Pat-nr.:

EuroQol – Lebensqualität

Bitte geben Sie an, welche Aussagen Ihren heutigen **allgemeinen Gesundheitszustand** am besten beschreiben, indem Sie ein Kreuz in ein Kästchen jeder Gruppe machen.

Beweglichkeit / Mobilität

- ☐ Ich habe keine Probleme herumzugehen.
- ☐ Ich habe einige Probleme herumzugehen.
- ☐ Ich bin ans Bett gebunden.

Für sich selbst sorgen

- ☐ Ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen.
- ☐ Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen.
- ☐ Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen.

Allgemeine Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Freizeitaktivitäten)

- ☐ Ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.
- ☐ Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.
- ☐ Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen.

Schmerzen / Körperliche Beschwerden

- ☐ Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden.
- ☐ Ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden.
- ☐ Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden.

Angst / Niedergeschlagenheit

- ☐ Ich bin nicht ängstlich oder deprimiert.
- ☐ Ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert.
- ☐ Ich bin extrem ängstlich oder deprimiert.

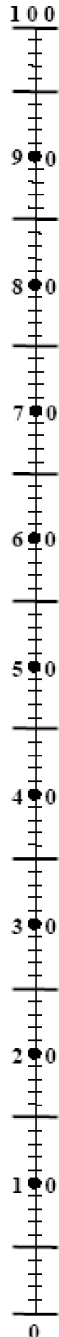


**Prospektiv randomisierter Vergleich verschiedener Verfahren
zur postoperativen Schmerztherapie nach Implantation
von Knie totalendoprothesen**

Präoperativ

Pat-nr.:

**Bester
denkbarer
Gesundheitszustand**



Um Sie bei der Einschätzung, wie gut oder wie schlecht Ihr Gesundheitszustand ist, zu unterstützen, haben wir eine Skala gezeichnet, ähnlich einem Thermometer. Der beste denkbare Gesundheitszustand ist mit einer "100" gekennzeichnet, der schlechteste denkbare Gesundheitszustand mit "0".

Wir möchten Sie nun bitten, auf dieser Skala zu kennzeichnen, wie gut oder schlecht Ihrer Ansicht nach Ihr **persönlicher gesamter Gesundheitszustand** heute ist.

Ihr heutiger Gesundheitszustand: _____ %

**Schlechtester
denkbarer
Gesundheitszustand**



**Prospektiv randomisierter Vergleich verschiedener Verfahren
zur postoperativen Schmerztherapie nach Implantation
von Knie-totalendoprothesen**

Präoperativ


Pat-nr.:

UCLA Aktivitätsscore

Im folgendem werden verschiedene Abstufungen privater und freizeitlicher Aktivität beschrieben, bitte kreuzen Sie **eine**, die am ehesten für Sie zutreffende, Stufe an.

Stufe	Definition
<input type="checkbox"/>	Vollständig inaktiv <i>von anderen abhängig; kann das Haus nicht verlassen</i>
<input type="checkbox"/>	Meistens aktiv <i>sehr eingeschränkt auf das Minimum der Aktivitäten des täglichen Lebens</i>
<input type="checkbox"/>	Manchmal leichte Aktivitäten <i>Spaziergänge, leichte Hausarbeit, leichtes Einkaufen</i>
<input type="checkbox"/>	Regelmäßige leichte Aktivitäten <i>leichte Gartenarbeit</i>
<input type="checkbox"/>	Manchmal mittelstarke Aktivitäten <i>Schwimmen, kann Hausarbeit und Einkaufen unbegrenzt durchführen</i>
<input type="checkbox"/>	Regelmäßig mittelstarke Aktivitäten
<input type="checkbox"/>	Regelmäßige Teilnahme an aktiven Höhepunkten <i>Fahrradfahren, Gartenarbeit, Training im Fitness-Center ein- bis zweimal in der Woche</i>
<input type="checkbox"/>	Regelmäßige Teilnahme an sehr aktiven Höhepunkten <i>Bowling, Golf, Reiten, Aerobic, Training im Fitness-Center dreimal oder mehr in der Woche; körperlich schwere Arbeit (z.B. Landwirt)</i>
<input type="checkbox"/>	Manchmal Teilnahme an Impakt-Sportarten <i>Jogging, Tennis, Skifahren, Akrobatik, Ballett, Rucksacktouren, Fußball, Kampfsportarten; körperlich schwere Arbeit</i>
<input type="checkbox"/>	Regelmäßige Teilnahme an Impakt-Sportarten

Analgetikaliste des Universitätsklinikums Dresden (Auszug)

	Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden	
	Analgetika	Mitgeltende Unterlage

				Niereninsuffizienz
Piritramid	Injektionslösung (1ml á 7,5 mg; 2ml á 15 mg)	Individuelle Dosistitration nach Wirkung und Nebenwirkung! <u>Injektionslösung</u> ED s.c. 15-30 mg ED i.v. 7,5-22,5 mg (10mg/min) Gabe alle 8-12h	Wirkeintritt: <u>i.v.:</u> 1-2 min <u>s.c.:</u> 20-30 min Wirkdauer: 5-8 h	Indikation • Starke und sehr starke Schmerzen Wirkung gegenüber Morphin 0,7- fach Nebenwirkungen u.a. • stärkere Sedierung als Morphin, geringe Kreislaudepression • sonstige Nebenwirkungen siehe Morphin Zeichen der Überdosierung/Kontraindikationen siehe Morphin → <u>Dosisreduktion</u> bei Leberinsuffizienz
Oxycodon	Retardtabletten (5mg, 10mg, 20mg, 40mg, 80 mg) Nicht teilbar! Kapseln (unret.) (5mg, 10mg) Schmelztablette (unret.) (5mg, 10mg, 20mg) Infusionslösung (50 mg/ml) Injektionslösung (10mg/ml)	Individuelle Dosistitration nach Wirkung und Nebenwirkung! <u>Retardtabletten</u> Gabe alle 8-12-(24)h <u>Tabletten (unret.)</u> Gabe alle 4-6h	Wirkeintritt: <u>oral:</u> 10-15 min. Wirkdauer: <u>oral (unret.):</u> 4-6 h <u>oral (ret.):</u> 8-12-(24)h	→ keine Kombination von schwach wirksamen Opioiden mit stark wirksamen Opioiden Indikation • Starke und sehr starke Schmerzen • Gabe von Schmelztabletten nur bei Patienten mit Schluckbeschwerden Wirkung gegenüber Morphin 2- fach (bei oraler Gabe!) Nebenwirkungen, Überdosierung, Kontraindikationen siehe Morphin → <u>Dosisreduktion</u> bei Leber- und Niereninsuffizienz
Oxycodon/ Naloxon	Retardtabletten (5/2,5, 10/5, 20/10,40/20) Nicht teilbar!	Individuelle Dosistitration nach Wirkung und Nebenwirkung bis TDM von 80mg Oxycodon und 40mg Naloxon! <u>Retardtabletten</u> Gabe alle 8-12h TMD 80mg Oxycodon/40mg	Wirkeintritt: <u>oral:</u> 10-15 min. Wirkdauer: <u>oral (ret.):</u> 8-12 h	→ keine Kombination von schwach wirksamen Opioiden mit stark wirksamen Opioiden Indikation • Starke und sehr starke Schmerzen Wirkung gegenüber Morphin 2- fach (bei oraler Gabe!) Nebenwirkungen, Überdosierung, Kontraindikationen

Version 2	Erstellt: April 2015	Erstellt durch: Dr. Heitfeld, Prof. Sabatowski
-----------	----------------------	--

	Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden	
	PoSt-OUC	Mitgeltende Unterlage

	zu OP-Ende für alle Patienten anzuordnen	nach Beendigung invasiven/parenteralen Verfahren
III Großer Eingriff (Skolioseoperationen, Hüft-TEP-Wechsel, Umstellungsosteotomien, große Tumoroperationen)	<ul style="list-style-type: none"> • PDK (3-5 Tage) plus Basis II • periphere Katheterverfahren plus Basis I oder II • PCIA (3-5 Tage) plus Basis I oder Basis II 	<ul style="list-style-type: none"> • PoSt-Schema*
II Mittelgroßer Eingriff (Hüft-TEP, Schenkelhalsfraktur, Frakturen, Fußoperationen, Wirbelsäulen-OP, Knie-TEP, Kreuzbandplastik, Schulter-OP)	<ul style="list-style-type: none"> • periphere Katheterverfahren plus Basis I oder II • PoSt-Schema* • Oxygesic akut/Dispersa^{®**} bei Bed. plus Basis I oder Basis II • Piritramid s.c. bei Bedarf plus Basis I oder Basis II • PCIA (3-5 Tage) plus Basis I oder Basis II 	<ul style="list-style-type: none"> • PoSt-Schema*
I Kleiner Eingriff (Metallentfernung, Osteosynthesen am Radius, Außenknöchel, Patella, Arthroskopie)	<ul style="list-style-type: none"> • Oxygesic akut/Dispersa^{®**} bei Bed. plus Basis I oder Basis II • Piritramid s.c. plus Basis I oder Basis II • PoSt-Schema* 	<ul style="list-style-type: none"> • PoSt-Schema*

*PoSt-Schema immer unter Angabe der Basisanalgesie (Basis I/II)

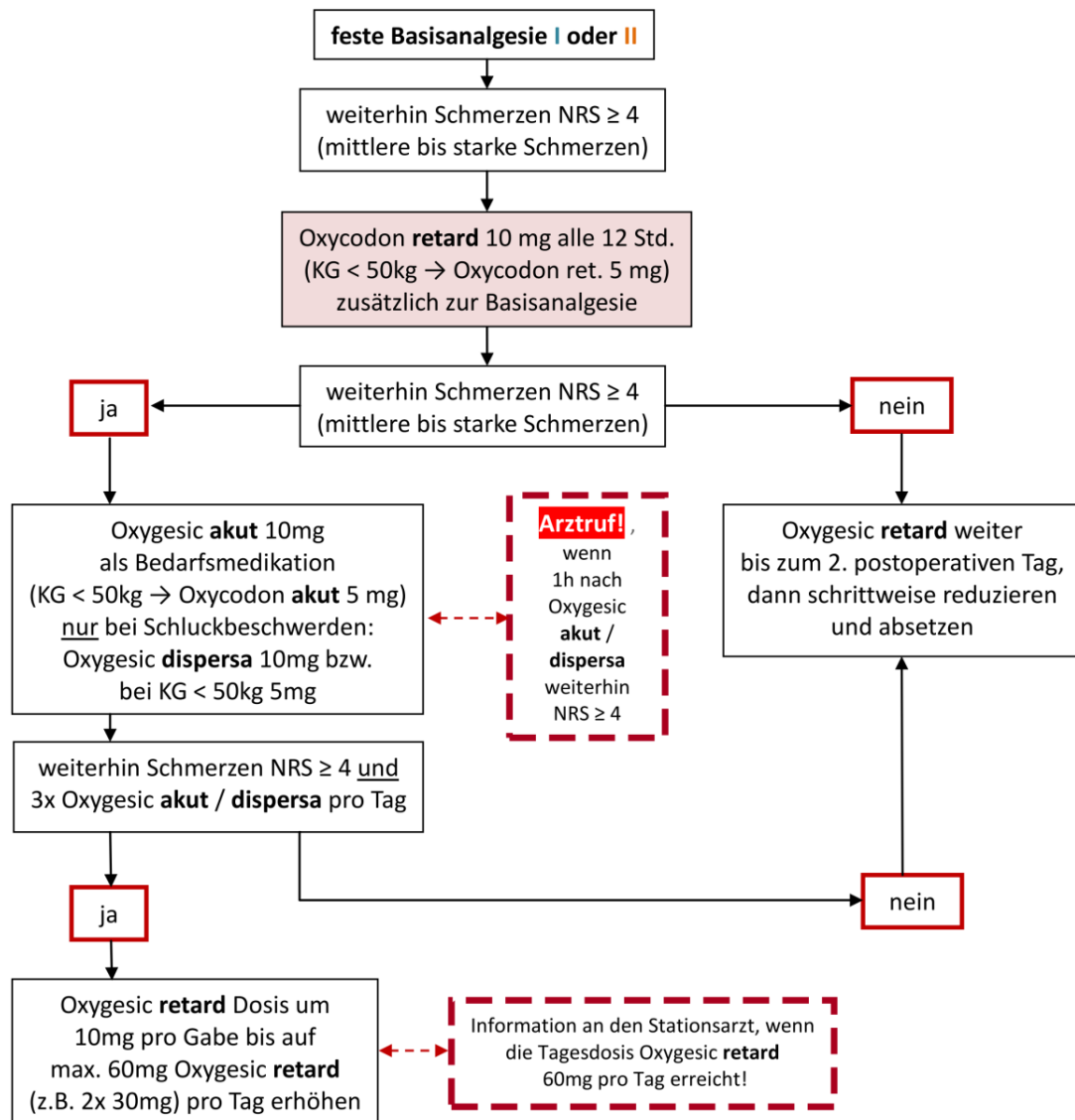
**Oxygesic Dispersa[®] Schmelztablette nur bei Patienten mit Schluckbeschwerden

Version 2	Aktualisiert: Februar 2015	Erstellt durch: Heitfeld, Prof. Sabatowski
-----------	----------------------------	--

PoST-Schema

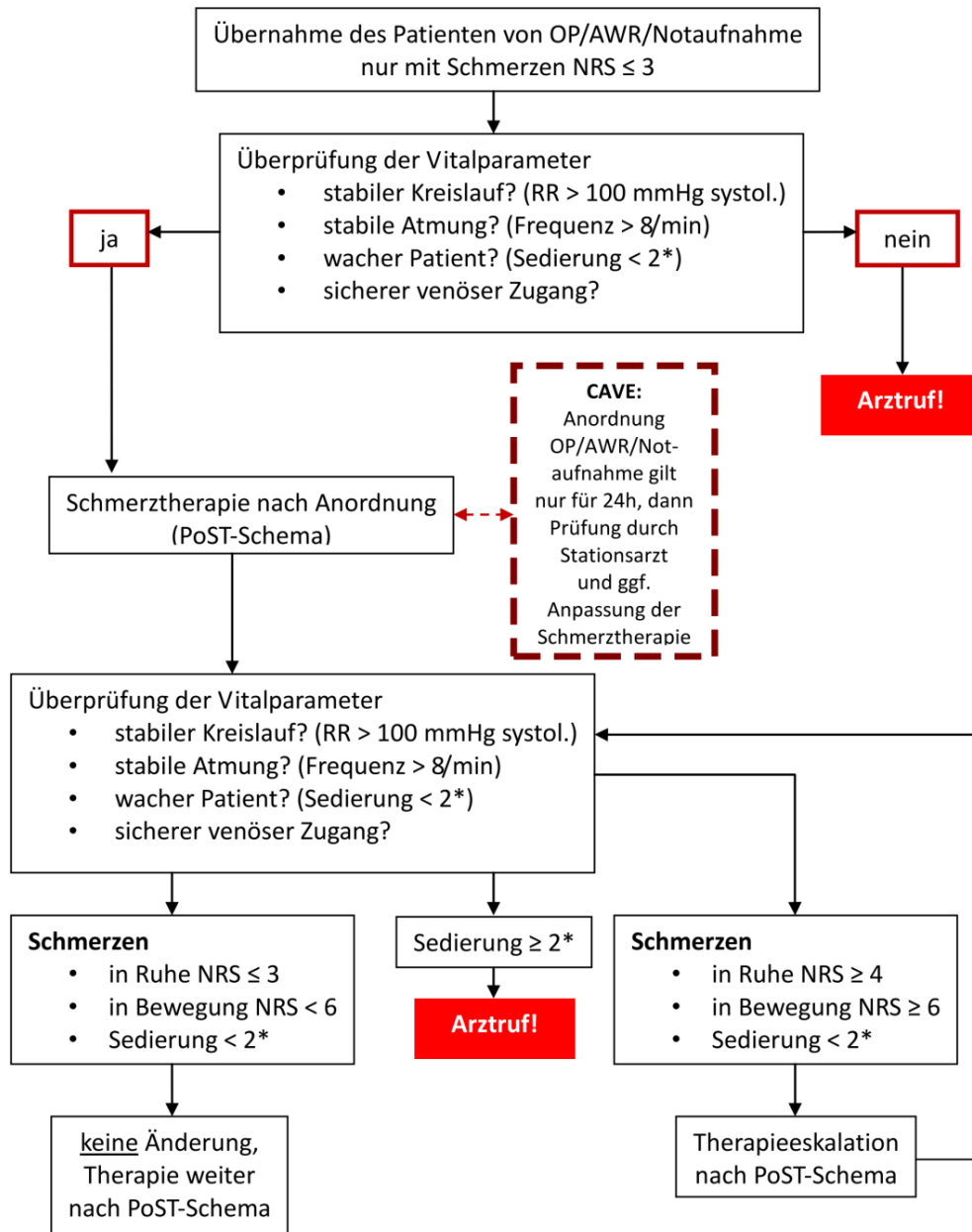
postoperatives orales Schmerztherapieschema

Basisanalgesie I (NSAR)	Basisanalgesie II (Metamizol)
<ul style="list-style-type: none"> Ibuprofen 3x 600mg Ftbl. mit Magenschutz p.o. (Pantoprazol 1x 20mg magensaftres. Tbl.) <p>wenn orale Gabe <u>nicht</u> möglich (nach ärztlicher Anordnung):</p> <ul style="list-style-type: none"> Parecoxib 2x 40mg als Kurzinfusion (kurzfristige Anwendung über maximal 3 Tage; Lösungsmittel NaCl 0,9%) 	<ul style="list-style-type: none"> Novaminsulfon 3x 1g p.o. <p>wenn orale Gabe <u>nicht</u> möglich (nach ärztlicher Anordnung):</p> <ul style="list-style-type: none"> Metamizol 3x 1g als Kurzinfusion



PoST-Schema

Ablaufplan für die Station



Hinweise zur Anwendung des PoST-Schemas

- orale Gabe immer zu bevorzugen
- Einnahmeabstand zwischen wiederholter Gabe von Oxygesic **akut/dispersa**: mindestens 2 Stunden
- „weiterhin Schmerzen NRS ≥ 4“ bedeutet 1 Stunde nach oraler bzw. 0,5 Stunde nach i.v. Schmerzmittelgabe noch Schmerzen NRS ≥ 4
- wenn Schmerzen NRS ≤ 3 bzw. Patient schmerzfrei: Fortführung der Basisanalgesie, im Verlauf ggf. Dauermedikation anpassen/reduzieren
- bei erneuten Schmerzen → erneuter Ablauf des PoST-Schemas → **CAVE:** bei neu auftretenden Schmerzen ist der Stationsarzt zu informieren!
- feste Obstipationsprophylaxe bei Anordnung von Opioid → Verweis auf Stufenschema zur Anwendung von Laxantien
- Arztruf in der Reihenfolge:
 1. Stationsarzt
 2. ASD tagsüber: 18003
 3. außerhalb der regulären Dienstzeit: 18003 Anästhesiedienst

* Sedierungsgrad

0 = wach, 1 = auf Ansprache Augen öffnen, 2 = auf Rütteln Augen öffnen, 3 = nicht erweckbar

Numerische Rangskala (NRS 0-10)

NRS = 0 kein Schmerz ... NRS = 10 maximal vorstellbarer Schmerz

12 Danksagung

Bei Herrn Professor Dr. med. Jörg Lützner möchte ich mich ganz herzlich bedanken, für die Bereitstellung des Doktorarbeitsthemas, sowie die Unterstützung und Förderung während des gesamten Prozesses der Erstellung dieser Arbeit.

Ich möchte Frau Franziska Beyer danken, für ihr fortwährendes Engagement von Beginn bis zum Ende der Untersuchung, mir bei allen Fragen als kompetente Ansprechpartnerin zur Seite gestanden zu haben.

Bei Herrn Dr. med. Oliver Vicent bedanke ich mich für seine hilfreiche Beratung durch den Fachbereich Anästhesie.

Dank gebührt weiterhin allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des UniversitätsCentrum Orthopädie und Unfallchirurgie, die in den Prozess der Patientenbetreuung und Datenerhebung im Rahmen der Studie beteiligt waren.